

MG Admin.
janvier 1970
Trimestriel

P₂ 3835
fascicule 2

**BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ
D'ÉCOLOGIE**

Tome 1

SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'ÉCOLOGIE

Bureau :

Président : Georges LEMÉE, Laboratoire d'Ecologie végétale, Faculté des Sciences, Orsay (Essonne).

Vice-Président : Pierre GRISON, Laboratoire de lutte biologique, La Minière, Versailles (Yvelines).

Secrétaire Général : Cl. DELAMARE DEBOUTTEVILLE, Laboratoire d'Ecologie générale, 4, avenue du Petit Château, Brunoy (Essonne).

Secrétaire Générale adjointe : M^{me} Germaine RICOU, Laboratoire de Zoologie agricole, 16, rue Dufay, Rouen (Seine-Maritime).

Trésorier : Jean-Marie TURMEL, Laboratoire de Biologie végétale appliquée, 61, rue de Buffon, Paris 5^e.

Conseil :

AUBERT Maurice, Océanographe biologiste, CERBOM, Parc de la Côte, avenue Jean Lorrain, Nice (Alpes-Maritimes).

BOESIGER Ernest, Maître de Recherches au C.N.R.S., Groupe des Laboratoires du C.N.R.S., Gif-sur-Yvette (Essonne).

BONDoux Pierre, Maître de Recherches à l'I.N.R.A., 107, avenue Pierre Curie, Saint-Cyr-l'Ecole (Yvelines).

BOUCHÉ Marcel, Chargé de Recherches à l'I.N.R.A., 7, avenue du Cromois, Quétigny (Côte-d'Or).

BOUILLIER François, Professeur à la Faculté de Médecine de Paris, 15, avenue de Tourville, Paris 7^e.

BOVARD Pierre, Chef de la Section de radioécologie du C.E.A., 42, rue de la République, Ecqueville (Yvelines).

DELAMARE DEBOUTTEVILLE Claude, Directeur du Laboratoire d'Ecologie générale du Muséum National, Directeur du Laboratoire souterrain du C.N.R.S., Moulis (Ariège), 4, avenue du Petit Château, Brunoy (Essonne).

DOMMERGUES Yvon, Maître de Recherches au C.N.R.S., 5, square de Liège, Vandœuvre (Meurthe-et-Moselle).

DUSSART Bernard, Maître de Recherches au C.N.R.S., 79, rue de la Sablière, Palaiseau (Essonne).

GRISON Pierre, Directeur de Recherches à l'I.N.R.A., 92, boulevard Jourdan, Paris 14^e.

LABEYRIE Vincent, Professeur au C.S.U. de Tours, 2, allée des Cèdres, La Marbellière, Joue-les-Tours (Indre-et-Loire).

LAMOTTE Maxime, Professeur à l'E.N.S., 116, boulevard Raspail, Paris 6^e.

LAUBIER Lucien, Conseiller Scientifique au CNEO, B.P. 337, Brest (Finistère Nord).

LEMÉE Georges, Professeur à la Faculté des Sciences d'Orsay, 6, avenue Garénnière, Fresnes (Val-de-Marne).

LEVI Claude, Directeur du C.N.R.S., Professeur au Muséum National Scientifique, 16, rue Charles Desvergues, Meudon (Hauts-de-Seine).

LOSSANT Paul, Directeur de Recherches au C.N.R.S., Résidence Blanche Colombe (D), Chemin des Sorbes, Montpellier (Hérault).

OZENDA Paul, Professeur à la Faculté des Sciences de Grenoble, 31, rue Général Ferrié, Grenoble (Isère).

DE PARCEVAUX Sané, Maître de Recherches à l'I.N.R.A., 51, boulevard de Glatigny, Versailles (Yvelines).

RICOU Germaine, Maître de Recherches à l'I.N.R.A., 5, rue Paul Lambard, Grand-Quevilly (Seine-Maritime).

RIoux Jean-Antoine, Professeur à la Faculté de Médecine, 18, rue Foch, Montpellier (Hérault).

SAUVAGE Charles, Vice-Président de l'Association internationale d'Ecologie, Professeur à la Faculté des Sciences de Montpellier, Route des Matelles, Saint-Gely-du-Fesc (Hérault).

SCHACHTER Denise, Maître de Recherches au C.N.R.S., 24, place Castellane (L'Eldorado), Marseille (Bouches-du-Rhône).

TURMEL Jean-Marie, Maître de Conférences, 1, square Lagarde, Paris 5^e.

WATIER Jacques, Professeur à la Faculté des Sciences de Lyon, 164, rue Louis Becker, Villeurbanne (Rhône).

Membres étrangers du bureau :

Professeur DUVIGNEAUD, Centre National d'Ecologie générale, 28, avenue Paul Heger, Bruxelles (Belgique).

M. CANCELA DA FONSECA, 46, rue des 3-Chênes, Brunoy, Essonne.

Professeur SACCHI, Istituto di Zoologia, Palazzo Botta, 21.000, Pavie (Italie).

M. MARGALEF, Cons. Sup. de Invest. Pesqueiras, Universidad de Barcelona, Barcelona (Espagne).

Professeur GIACOMINI, Ordinario di Botanico, Università di Roma (Italie).

Professeur STUGREN, Catedra de Biologie, Universitatea « Babes Bolyan », Str. Clinicilor 5-7 Cluj (Roumanie).

R 3835

janvier 1970

fascicule 2

Trimestriel

BULLETIN

DE LA SOCIÉTÉ D'ÉCOLOGIE



SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'ÉCOLOGIE

Secrétariat général

4, Avenue du Petit-Château

91 - BRUNOY (France)

Tome 1

Bibliothèque Centrale Muséum



SOMMAIRE

<i>Editorial</i>	5
P. GRISON. — Lutte biologique et Ecologie appliquée	7
B.H. DUSSART. — Les applications de l'écologie aux problèmes de développement	19
M. MAISONNET. — Les espaces verts, facteurs de santé publique	22

La recherche écologique en France. Activités des Laboratoires

L. LAUBIER. — L'écologie dans le programme d'orientation « Océan » du C.N.E.X.O.	27
P. LEGRIS. — Cartographie de la végétation et recherches écologiques françaises en Asie tropicale	32
P. JACQUARD. — Etudes sur les relations sociales dans les peuplements végétaux. Mise au point sur les travaux effectués à la station d'amélioration des plantes fourragères (I.N.R.A.), Lusignan (Vienne)	34
Y. DOMMERGUES. — Activité de la section de Biologie des sols. Centre de Pédologie biologique du C.N.R.S., Nancy	40
C. DELAMARE DEBOUTTEVILLE. — Contribution de la recherche coopérative sur programme (R.C.P. 40) au développement de l'écologie du sol	41
P. JOURDHEUIL. — La station de Zoologie et de lutte biologique. C.R.A. de Provence, Antibes (Alpes-Maritimes)	44
G. RICOU. — Les Laboratoires d'Ecologie prairiale de l'I.N.R.A. à Rouen	51
Maxime LAMOTTE. — La participation au P.B.I. de la Station d'Ecologie tropicale de Lamto (Côte d'Ivoire) (E.N.S. de Paris et R.C.P. 60 du C.N.R.S.) .	58
Denise SCHACHTER. — Note sur l'activité du Laboratoire d'Ecologie terrestre et limnique de la Faculté des Sciences de Marseille	66
Denise SCHACHTER. — Note sur l'activité de l'équipe « eaux saumâtres » du Laboratoire d'Ecologie de la Faculté des Sciences de Marseille	67



Informations 69

C.O.M.P.L.E.S. (p. 69). — A.F.E.D.E.S. (p. 69). — A.S.T.E. (p. 70). — C.R.E.P.A.N. Caen (p. 70). — Le centre d'écologie humaine appliquée de Haute Normandie (p. 70). — Aspects scientifiques et techniques de la protection phytosanitaire en forêt (p. 71). — Commission de Spéologie du C.N.R.S. (p. 71). — Annonce de colloque : Scientific Management (p. 72). — Ecological anthropology (p. 72). — Centre International pour le développement (p. 72).

Réunions dans le cadre de la Société française d'Ecologie

Réunion sur l'enseignement de l'Ecologie au niveau du second degré 73

Compte Rendu de la première réunion du Groupe de travail « Physique de la biosphère », Versailles - Virelles (Belgique) 73

Compte Rendu du Symposium international de Radioécologie, Cadarache, 8-9-1969 75

Livres en langue française consacrés à l'enseignement de l'Ecologie 79

Analyses 83

Périodiques français d'Ecologie 87

Résumés de thèses 91

Mme MOUSSEAU (p. 91). — R. ROUCH (p. 92). — A. SASSON (p. 93). — Nicole COINEAU (p. 94). — Guy VANNIER (p. 95). — P. HEURTEAUX (p. 97). — J. BLONDEL (p. 103).



ÉDITORIAL

Le premier bulletin a été un bulletin un peu symbolique destiné à publier les statuts de la Société et quelques actes de fondation. Le Bureau n'a disposé que d'environ trois semaines pour préparer ce document. Ceci explique son aspect très imparfait.

Nous avons souhaité créer une Société largement ouverte, de type fédératif, non basée sur des réunions de type conventionnel. Le Conseil et le Bureau, en accord avec vous, désirent que des groupes se créent, qui soient centrés ou sur des problèmes ou sur des régions. Le Conseil et le Bureau sont à la disposition de toutes les bonnes volontés pour faciliter la création de tels groupes en déléguant leurs pouvoirs aux éléments dynamiques qui accepteront de promouvoir une telle politique dans les différents secteurs.

Il est évident que la mise en route d'une Société de ce style implique dans une certaine mesure une sorte de réforme psychologique et qu'il est important que toutes les personnes qui ont des idées et qui désirent les soutenir en fassent part aux membres du Conseil ou du Bureau afin que la coopération s'instaure sur le plan organique.

Il ne faudrait pas négliger, particulièrement sur le plan régional, la création de groupes interdisciplinaires où les scientifiques fondamentalistes uniraient leurs efforts à ceux des spécialistes de l'aménagement, de la conservation ou de l'urbanisme.

Il y a là, sur le plan local, bien des opportunités à saisir, surtout si l'on songe au nombre considérable de groupements qui existent en ce domaine.

Sous cette optique, la Société d'Ecologie apparaîtrait comme un groupement de chercheurs fondamentalistes, exerçant une action fédérative sur tous les hommes qui s'intéressent aux problèmes géné-

raux qui vont de la géographie humaine jusqu'aux points plus critiques de l'aménagement, des grands projets, des grands travaux. Les bureaux d'études, qui sont si vivants actuellement, ne doivent pas se désintéresser de notre effort.

Sur le plan strictement universitaire, il importe de structurer et de faire vivre au maximum toutes les équipes existantes. Il faut également susciter de nouvelles vocations. C'est seulement dans le cadre d'une expansion générale de la recherche écologique en France que l'on pourra déboucher sur de meilleurs programmes et aboutir à de meilleurs recrutements.

L'écologie peut être un métier sur le plan universitaire, mais elle peut être aussi un métier sur le plan administratif et industriel.

La Société d'Ecologie doit promouvoir une vaste politique de placement des écologistes formés. Elle patronne et elle soutient tous les enseignements qui, éventuellement, pourront permettre de pousser le développement d'une telle politique sur le plan national.

Enfin, certains de nos collègues ont beaucoup regretté que la Société d'Ecologie ait comme titre « Société Française d'Ecologie ». Ils nous ont demandé de faire des démarches pour revoir les statuts afin que la « Société Française d'Ecologie » devienne une Société d'écologie fédérative pouvant réunir des sections nationales diverses. Nos statuts, déposés dans le cadre de la loi de 1901, ne nous permettent pas d'accueillir plus de 25 % de membres étrangers. Il faut accueillir afin de les recenser, pendant cette période transitoire, nos amis des autres pays, en attendant qu'une modification des statuts puisse permettre de créer des sections nationales. Cette mutation ne saurait tarder. Elle se ferait dans l'esprit juridique qui a présidé à la création de la Société de Biologie voici plusieurs décennies.



LUTTE BIOLOGIQUE ET ÉCOLOGIE APPLIQUÉE

par Monsieur P. GRISON

Directeur de Recherches à l'Institut National de la Recherche Agronomique

Conférence prononcée lors de l'Assemblée générale de la Société Française d'Ecologie, le 14 juin 1969,
au Grand Amphithéâtre du Muséum

C'est parce que la lutte biologique, ou comme disent les anglo-saxons le contrôle biologique des insectes déprédateurs, est par sa finalité même et traditionnellement une branche de l'entomologie appliquée, que nous avons voulu en élargissant son domaine, l'inclure dans une écologie appliquée à laquelle appartiennent d'ailleurs l'ensemble des sciences agronomiques.

Le bilan des recherches agronomiques, depuis les 20 dernières années, est suffisamment éloquent pour qu'on puisse se dispenser de ranimer la controverse entre sciences pures et sciences appliquées. Or, les motivations de ce qu'il est préférable d'appeler des recherches orientées nous offrent un tel champ de spéculation et de satisfaction intellectuelles, que nous n'hésitons pas à intégrer les exigences mêmes doctrinales de la lutte biologique dans une écologie dite appliquée.

Au reste les résultats pratiques que nous nous efforçons d'obtenir concourent à l'édification des sciences biologiques en apportant des éléments concrets à l'interprétation de lois, et particulièrement des lois qui régissent les interactions des êtres vivants au sein des communautés, en sorte que ces éléments constituent une contribution au progrès même de l'écologie générale.

Avant d'évoquer quelques-uns des aspects fondamentaux de la lutte biologique, il faut d'abord écarter la polémique tissée autour de l'emploi des pesticides chimiques. A propos de ceux-ci, les auteurs

d'une récente brochure de la Fédération Nationale des Groupements de Protection des Cultures reprennent à leur compte une opinion de Jean DORST, extraite de « Avant que nature meure » et que nous citerons à notre tour : « L'homme a provoqué un « déséquilibre inévitable pour assurer sa subsistance. « En créant le champ cultivé, il a créé un milieu « entièrement artificiel, le seul qui puisse lui assurer « sa subsistance; il a multiplié *ipso facto* les animaux « déprédateurs dont il ne pourra contrôler la « pullulation que par des moyens artificiels. L'usage « des insecticides est entré dans la pratique agricole; il n'en sortira pas, en dépit des vœux de « quelques idéalistes, car il s'intègre dans tout un « ensemble de pratique corrélatrice des uns et des « autres dont dépend le rendement de la production « agricole ... ».

Mais cette citation opportuniste que nous ne contesterons pas, ne peut être séparée du contexte représenté par l'ensemble du livre admirable de Jean DORST et dans lequel l'auteur nous propose une éthique d'intégration intellectuelle, et non plus sentimentale, de l'Homme à son milieu. Il n'est donc pas question de mettre en doute ou de sous-estimer les services appréciables rendus en agriculture, comme en hygiène publique, par les pesticides chimiques qui sont soumis d'ailleurs à une stricte réglementation autant qu'à un examen attentif de la part des toxicologues et des phytopharmaciens. Ceux-ci se préoccupent des limites de tolérance de la part

des organismes supérieurs, des problèmes posés par les résidus toxiques sur les végétaux consommables, comme dans le milieu environnant, des phénomènes d'accoutumance et de résistance des insectes. Par contre, il appartient aux écologistes de savoir comment ces produits agissent sur l'ensemble de l'environnement et des espèces qui constituent les biocénoses (1). C'est ainsi que fut proposée, par les Californiens, STERN et *al.* en 1959, la notion de « lutte intégrée » qui est une éclatante démonstration des applications auxquelles peut conduire l'écologie.

Car la lutte intégrée, indépendamment des interprétations diverses et des querelles de sémantique auxquelles elle donna lieu, est d'abord une *démarche intellectuelle qui repose sur des concepts écologiques*. Elle part du principe que l'éradication d'une seule espèce nuisible par quelque méthode que ce soit, et *a fortiori* par voie chimique, comme on pouvait le penser au moment du lancement des insecticides de synthèse, est illusoire. Il n'y a pas de synthèse écologique au niveau de l'espèce, mais seulement au niveau de la biocénose dont la position d'équilibre n'existe jamais en milieu cultural aussi bien du fait des interactions des éléments naturels qui la constituent que du fait des interventions techniques, sociales ou économiques de l'Homme.

Sans m'étendre sur la lutte intégrée, rappelons qu'on désigne par ce terme, la mise en œuvre de toutes les techniques appropriées tendant à accroître la spécificité et à réduire le nombre des interventions dans le but de maintenir les dégâts des ravageurs phytophages en dessous du seuil de tolérance que peut supporter, sans dommage économique, la culture de la plante-hôte (BENASSY et MILAIRE, Brochure D.G.R.S.T., Paris, 1968).

Autrement dit, la lutte intégrée, qui est basée sur l'utilisation rationnelle des pesticides, se propose de remplacer ceux-ci par toute autre méthode « plus naturelle » chaque fois que cela est possible techni-

quement et économiquement. Bien entendu, parmi ces méthodes naturelles, figure la lutte biologique.

Qu'est-ce que la lutte biologique ?

En nous inspirant de la définition générale de BEIRNE (1963), nous pouvons caractériser la lutte biologique comme l'utilisation directe ou indirecte d'agents biologiques par l'Homme pour prévenir, réduire ou éliminer les dommages causés à lui-même, à ses productions ou à ses biens par des organismes vivants.

Les premières applications de la lutte biologique datent du milieu du siècle dernier, mais nous n'en ferons pas l'historique et nous n'en décrirons pas les méthodes et les différents aspects techniques qui reposent à la fois sur l'interprétation des données de la biogéographie, sur des prospections biologiques et sur des techniques d'élevage et de multiplication en masse des auxiliaires, insectes entomophages ou agents pathogènes.

Au reste, on en trouvera un excellent exposé dans le traité de BALACHOWSKY de 1951 et dans le traité didactique de P. de BACH de 1964. La plupart des applications de la lutte biologique procédèrent indiscutablement par des démarches empiriques; il en fut, d'ailleurs, de même pour les applications des pesticides chimiques. Ce n'est que beaucoup plus récemment qu'on se préoccupa d'en déterminer les normes et les principes écologiques sur lesquels la lutte biologique doit nécessairement s'appuyer ou dont elle doit s'inspirer pour se développer dans des conditions harmonieuses et satisfaisantes.

En France, c'est l'Institut National de la Recherche Agronomique (I.N.R.A.) qui fut le seul promoteur de la lutte biologique à laquelle il accorda une attention accrue depuis une quinzaine d'années. Mais, malgré les moyens mis en œuvre, ceux-ci restent disproportionnés avec ceux dont disposent la lutte chimique : il n'est donc pas surprenant que la Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique ait confié à un Comité *ad hoc* l'établissement d'un programme de développement dans le cadre du V^e Plan.

Puisque les tendances actuelles de la lutte biologique ne visent plus à remporter le plus de succès

(1) L'incident de la pollution des eaux du Rhin en juin 1969 justifie les craintes des biologistes et témoigne de l'urgence de recherches écologiques sur l'impact des pesticides dans l'environnement.

spectaculaires par des voies empiriques, et parce que la lutte biologique est devenue partie intégrante du concept de lutte intégrée elle doit, pour participer efficacement à un système de régulation ou de contrôle préventif, s'appuyer sur une véritable stratégie écologique, dont plusieurs spécialistes anglo-saxons ébauchèrent les principes depuis une dizaine d'années (SOLOMON, 1953; TURNBULL et CHANT, 1961; WATT, 1965...).

Comme elle traite de l'équilibre de populations d'espèces nuisibles au sein des « agrobiocénoses », autant que des relations interspécifiques qui s'établissent entre tous les niveaux trophiques de ces mêmes biocénoses, il est évident que les considérations écologiques fondamentales prises au plan des communautés comme au plan des populations animales introduisent des éléments normatifs sur lesquels pourrait être basée la lutte biologique.

I. — LE PROBLÈME DE L'ENVIRONNEMENT ET DE SA MANIPULATION

Il est admis comme un postulat que les « places vides » n'existent pas dans la nature, mais qu'au contraire, chaque milieu (ou chaque « niche écologique ») offre une certaine capacité trophique que peuvent se disputer plusieurs espèces concurrentes. Comme corollaire, toute tentative d'éradication d'une espèce nuisible est une panacée illusoire.

Si l'espèce qu'on a voulu éliminer trop brutalement est particulièrement dynamique, il y a « pest resurgence », selon la terminologie américaine (voir schémas in R. F. SMITH et R. Van den BOSCH) accompagnée généralement d'un accroissement de son niveau de population donc de sa nuisibilité : ici l'application d'un traitement chimique prend une signification expérimentale.

Dans de nombreux autres cas, la réduction de population d'une espèce dominante assure à une seconde espèce, épargnée par l'intervention chimique des chances accrues pour se substituer à la première

dans l'occupation de la niche (« secondary pest outbreaks ». Ou bien encore la substitution peut se faire au bénéfice d'une espèce immigrante.

Selon PELEKASSIS (1960) la généralisation des traitements chimiques dans les oliveraies provoquait une substitution de faune nuisible se traduisant par une réduction appréciable du niveau de population de la Mouche de l'Olive, *Dacus oleae* que l'on combattait, mais aussi par une multiplication de la Cochenille *Saissetia oleæ*. Contre ces deux insectes, nous pouvons heureusement disposer de parasites entomophages utilisables en lutte biologique. Mais au niveau trophique des entomophages, on ne peut agir sans discernement, car on peut craindre des phénomènes analogues : ainsi la présence simultanée du parasite endophage introduit *Opius concolor* Szpel. et de parasites ectophages indigènes de *Dacus oleae* Gmel. comme *Eupelmus urozonus* Dalm. conduit à une survie hivernale de la Mouche de l'olive supérieure à celle qui aurait résulté de l'action d'*Opius concolor* seul (DELANOUE, 1964), ce dont nous discuterons plus loin.

Sans l'intervention déléguée de l'Homme, les écosystèmes ont tendance à évoluer vers la complexité et la stabilité. C'est le cas de toutes les agrocénoses, dans lesquelles les relations existant entre les populations et les effets réciproques que ces relations peuvent avoir avec l'habitat varient constamment dans l'espace et dans le temps. Ce sont des systèmes fonctionnels traversés par un flux d'énergie, soumis à des pressions constantes de la part du milieu ce qui les rend dynamiques et non statiques.

La limitation de la nourriture pour un niveau trophique déterminé entraîne une réduction en chaîne de plus en plus importante des populations de niveaux trophiques supérieurs : ainsi les agrocénoses s'appauvrissent en espèces entomophages et parfois pendant une période prolongée comme dans l'expérience de STEINER (1962) sur les fluctuations de l'entomofaune du verger de Pommier, après une intervention chimique où l'on assiste à une recolonisation rapide du milieu par les espèces phytophages, tandis que les « biomasses » d'espèces indifférentes et utiles continuent à décroître.

On pose ici deux problèmes écologiques majeurs en agrobiocénologie : le rôle de l'écotone et celui des successions dans les variations qualitatives et quantitatives des équilibres au sein des agroécénoses, les secondes pouvant être dépendantes du premier.

Un excellent exemple nous est présenté par les chercheurs soviétiques qui associent mesures agrotechniques et mesures microbiologiques dans la lutte contre les Punaises des Céréales (PAIKIN, HAMPER, EVLAKHOVA, 1966). Ils enrichissent en champignons entomopathogènes *Beauveria* sp., les emplacements d'hivernation de *Eurygaster integriceps* par les punaises, elles-mêmes traitées avec les préparations microbiologiques après la moisson, et avant leur migration automnale vers les steppes de moyenne altitude et sous les Astragales où les cadavres d'*Eurygaster* deviennent un foyer d'infection où se contamineront les punaises se rassemblant pour hiberner.

Mais, des recherches conduites actuellement en France par P. du MERLE et P. FERRON, mettent en évidence que le champignon peut se comporter aussi en hyperparasite lorsqu'il atteint, dans les lieux de nymphose endogée de la Processionnaire du Pin, indifféremment les chrysalides du phytophage et les parasites (Bombylides, Ichneumonides) que celles-ci peuvent héberger. Pourtant, SMIRNOFF (1962) suggère de distribuer des cocons de *Neodiprion swainei*, artificiellement infectés avec une dose sub létale de virus à polyédrose sur le sol de l'aire où sévit une pullulation de l'insecte pour y provoquer une épizootie. Ce sont des essais comparables qui furent effectués par ORLOVSKAJA (1961) infectant par petites places des pontes de *Lymantria dispar* avec une polyédrose susceptible de contaminer les insectes de tout un peuplement forestier. On ne peut manquer de rappeler à ce sujet le succès obtenu par BIRD (1953) sur *Neodiprion sertifer* qui évoque l'effet de dilution au sein d'une communauté.

Le schéma de H.F. VAN EMDEN (1964) illustre les relations qui s'établissent nécessairement, dans un agrosystème élargi, entre tous les constituants de la végétation et de l'entomofaune anthropiques et sauvages, et met en évidence l'interdépendance étroite de tous ces éléments sans qu'il soit toujours aisé de

discriminer les effets bénéfiques des effets néfastes de ces interrelations (fig. 1).

L'oligophagie confère aux insectes phytophages comme aux entomophages des potentialités vicariantes leur assurant des possibilités de survie et de développement aux dépens d'« hôtes intermédiaires ». Nous avons appelé « stations refuges » (P. GRISON et E. BILLOTTI, 1954) les biotopes marginaux des cultures dans lesquels les chances de survie des espèces auxiliaires peuvent être accrues grâce à une provende variée et permanente : pour JOURDHEUIL (1961) des Sanves sont des réservoirs pour les parasites des *Meligethes* nuisibles au Colza. Mais inversement, ces Stations peuvent abriter des phytophages dangereux : *Ceuthorrhynchus apicalis* prédateur du Céleri se réfugie sur *Heracleum spondylium*; la Mouche du melon, *Dacus cucurbitae* Coq. se réfugie dans la journée sur la végétation spontanée des lisières de cultures de melon; par une lutte intégrée raisonnée, aux îles Hawaï, il a été obtenu une très bonne protection des champs en traitant exclusivement cette végétation marginale (NISHIDA, 1954).

Ainsi donc les « garennes » et autres stations de flore sauvage hébergeant une entomofaune variée rendent l'agro-écosystème plus complexe et par conséquent plus stable. Cette constatation a été appréciée en lutte intégrée au sens large et a suggéré la création artificielle de telles stations en milieu culturel.

On a vérifié l'accroissement de longévité et de fécondité des insectes entomophages lorsque ceux-ci disposent le plus longtemps possible, durant l'année, de plantes nectarifères sur lesquelles ils peuvent se procurer facilement un supplément de ration nutritive. Aussi plante-t-on dans les vergers des Umbellifères ou des Légumineuses qui favorisent le maintien et la multiplication des *Ageniaspis*, parasites d'*Hypodomeutes*, ou des *Aphytis*, parasites de Cochenilles Diaspines.

La colonisation d'un milieu culturel ou de ses abords par des insectes pollinisateurs tend à devenir une pratique qui résulte de la même constatation précédente : d'après les travaux de F.R. LAWSON et coll. (in E.H. SMITH, Symposium U.S., 1966) l'en-

richissement, par colonisation artificielle, en *Polistes* sp. de champs de Tabac réduit de 74 % les dégâts dus aux chenilles du Sphinx.

Il est donc évident que les limites spatiales de l'agrosystème sont déterminées par la nature et les dimensions écologiques du problème de prévention

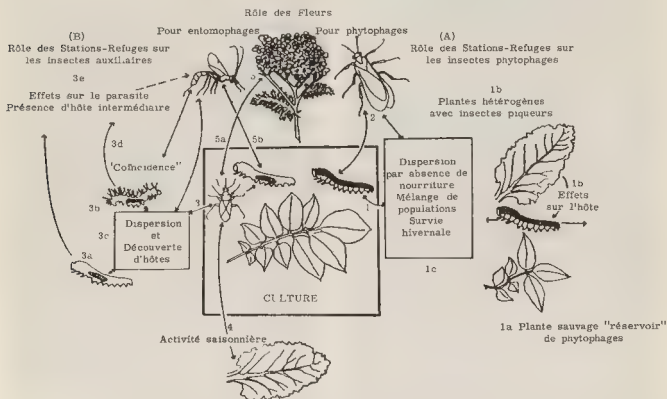


FIG. 1. — Schéma de Van Emden (1964) *

A. — Effets néfastes des « stations-refuges ».

1. Les insectes piqueurs (vecteurs ou non de germes phytopathogènes) et les phyllophages divers trouvent des plantes « réservoirs » de même famille (1a) ou de famille différente (1b) de celle de la plante cultivée grâce à leur polygamie (potentialités allotrophiques).
- 1c La zone marginale à la culture est un refuge lorsque manque la plante cultivée et pendant l'hivernation; par la fréquentation de plusieurs populations l'hétérogénéité génotypique est maintenue.
2. Les adultes trouvent des plantes nectarifères à proximité.

B. — Effets bénéfiques des « stations-refuges ».

3. Les insectes parasites trouvent à l'extérieur de la culture un hôte d'espèce identique (3a) ou d'espèce différente s'ils sont polyphages (3b).
— Ils bénéficient d'hôtes intermédiaires (3e), qui assurent leur survie, grâce à une « coïncidence phénologique » (3d).
4. Les insectes à régime mixte peuvent trouver une provende végétale saisonnière.
5. Les fleurs jouent un rôle prédominant dans le comportement des insectes auxiliaires.

ou de protection sanitaire et jamais par les limites strictes et artificielles d'un seul champ cultivé ou d'un seul gîte à vecteurs. Les méthodes de « mani-

pulation de l'environnement », au sens de R. L. RABB (1962) devront être prises en plus grande considération avec les progrès des recherches écologiques.

* In *Scientific Horticulture*, vol. XVII, 1964-65, p. 121-136.

II. — LA RÉGULATION DES POPULATIONS, LA COINCIDENCE ET LES SÉQUENCES PARASITAIRES

L'autorégulation qui se manifeste au sein d'une biocoenose « naturelle » nécessite la présence des éléments de tous les niveaux trophiques et, en particulier, d'une population minimum d'hôtes phytophages (« loi du minimum ») pour assurer la survie des entomophages qui leur sont inféodés.

En écologie appliquée, et particulièrement en lutte biologique, la connaissance exacte des statuts taxinomiques revêt une très grande importance lorsqu'on veut évaluer les impacts écologiques précis des espèces-clés au sein de la biocenose.

Tous les auteurs ont souligné l'importance des insectes entomophages en lutte biologique traditionnelle. Le nombre de ces espèces est considérable : CLAUSEN (1962) estime que, dans la seule classe des insectes, 224 familles réparties dans 15 ordres différents présentent des espèces entomophages qui constituent la presque totalité de certaines superfamilles : *Ichneumonidea*, *Chalcidoidea*, *Serphoidea* parmi les Hyménoptères; *Tachinidae* parmi les Diptères; *Carabidae* parmi les Coléoptères, etc... Nombreuses aussi sont les espèces d'acariens prédatrices d'insectes (comme *Pediculoides ventricosus*) ou prédatrices d'acariens phytophages (*Phytoseiidae*). L'inventaire de ces entomophages auxiliaires potentiels est loin d'être achevé. Par exemple en procédant à la capture empirique de l'entomofaune du verger expérimental de lutte intégrée à La Minière par le piège de MOERICKE on trouve, en 1967, deux espèces nouvelles d'Ichneumonides pour la faune de France : *Sinarachna* (*Polysphincta* auct.) *pallipes* HOLM. et *Eudelus* (*Hemiteles* auct.) *submarginatus* Brid. A cet égard, la classe des Nématodes est très comparable à celle des Insectes et c'est seulement depuis peu d'années que fut mis en évidence son rôle constant dans les équilibres biologiques qui existent autour des végétaux cultivés.

Un contrat de la D.G.R.S.T. sur le thème du dépérissement du Pin maritime dans les Maures a donné l'occasion, au laboratoire de Nématologie de l'I.N.R.A. à Antibes, de caractériser plusieurs espèces nouvelles et parasites des insectes xylophages : un *Neodiplogaster* isolé du Curculionide *Pissodes notatus*; des *Parasitylenchus* dont les larves effectuent une partie de leur développement dans la cavité générale de *Blastophagus piniperda* L.; et plusieurs espèces de Nématodes appartenant à la famille des *Allantonematidae*, dont les potentialités en lutte biologique commencent à peine à être soupçonnées, parasitent jusqu'à 80 % des populations de Scolytides divers parmi lesquels *Pityogenes bidentatus* HERBST.

De la même manière, l'inventaire des germes entomopathogènes qui groupe des agents provoquant des bactérioses, des viroses, des mycoses, des rickettsioses, des protozoonoses...; est loin d'être achevé et leur utilisation actuelle ne repose pratiquement que sur des bases empiriques et sur un nombre très restreint et très insuffisant d'espèces.

Au fur et à mesure que les explorations taxinomiques se développent, on peut approfondir l'étude de toutes les espèces entomophages qui gravitent autour d'une espèce d'insecte phytophage et cela à plusieurs niveaux de la chaîne parasitaire dans laquelle seuls les consommateurs d'insectes phytophages sont des espèces bénéfiques pour la lutte biologique. Car ces dernières peuvent être elles-mêmes attaquées par des consommateurs du niveau trophique suivant, ou « hyperparasites » dont la présence peut tenir en échec nos auxiliaires ou anéantir les promesses d'une introduction de parasite utile. Cet aspect si important en écologie générale et en lutte biologique ne sera pas abordé ici.

Dans la pratique, il faut donc conserver ou créer un complexe parasitaire naturel dans une agrobiocoenose donnée, laquelle comporte aussi bien des phytophages que leurs ennemis. Par conséquent, il ne peut être question d'une destruction complète des phytophages, ce qui manquerait de réalisme, mais de maintenir leur niveau de population en dessous d'un seuil de tolérance économique, ce qui implique la prévision des tendances des fluctuations des densités de population. Les indices les plus importants per-

mettant d'évaluer les tendances de la dynamique des populations de phytophages et de leurs ennemis naturels sont d'après STERN et al. (1959) :

1. le niveau économique de la densité de population de phytophages auquel est ressenti la nocivité de ce phytophage : c'est le « niveau de dommage économique » ;
2. le niveau de la densité de population dangereuse, c'est-à-dire quand le phytophage n'est pas encore nocif, mais quand il menace d'atteindre le niveau économique : c'est le « seuil de tolérance économique » ;
3. la réserve des ennemis naturels, c'est-à-dire le pourcentage d'hôtes attaqués par les parasites et la quantité de parasites qui seront capables de freiner la multiplication des phytophages ou non.

Ces indices et leurs variations caractérisent la résultante de l'influence de tous les facteurs du milieu et dans un premier temps, ils peuvent être établis empiriquement à partir des observations faites pendant plusieurs années (PICKETT, 1959-1965; STERN, 1959; SUGONJAEV, 1965; TALITSKII, 1966). Il est certain que nous devons intervenir dans le processus naturel seulement quand la densité de population d'espèces potentiellement nuisibles s'approche du niveau dangereux.

RÉGULATION DES POPULATIONS.

Ces considérations pratiques reposent évidemment sur les concepts écologiques actuels de la régulation des populations. D'un point de vue théorique cela revient à dégager de la connaissance de lois démographiques, la possibilité d'intervenir par les moyens appropriés sur les populations des insectes nuisibles.

Bien que les idées fondamentales de cette théorie soit indiscutables, on doit cependant reconnaître qu'elles reposent sur la description des résultats ultimes d'interactions, et qu'on connaît très mal les mécanismes biologiques de ces interactions. La théorie de la régulation des densités de populations a été élaborée sur des modèles mathématiques et sur des populations expérimentales; elle est encore très schématique et son application à des conditions réelles

est souvent difficile, aussi est-il nécessaire d'accumuler beaucoup de données biologiques concrètes pour la rendre plus accessible à nos préoccupations.

Le premier support de l'écologie des populations, comme le rappelle opportunément ZASLAVSKY (1967), c'est la physiologie. Pour chaque espèce nuisible, l'étude causale de la dynamique des populations est impossible sans l'étude de la physiologie de la résistance aux conditions défavorables du milieu ou de la physiologie du développement saisonnier à laquelle sont consacrés par exemple les travaux de A.F. DANILEVSKI (1965) et de ses collaborateurs sur le photopériodisme et sur la diapause.

Ainsi, la « diapause » (ou phase de vie latente) de l'hôte induit fréquemment un état quiescent chez l'endoparasite, assurant une synchronisation physiologique entre les développements des deux espèces, quelle que soit la précocité ou la tardivité saisonnière à laquelle le phénomène se produit; c'est une des raisons du succès de l'acclimatation du chalcidien *Prospaltella perniciosi* Tower qui limite efficacement depuis quelques années la prolifération du Pou de San José, *Quadraspidiotus perniciosus* Comst, Cochenille redoutable des arbres fruitiers dans toutes les régions tempérées du globe (MATHYS et BAGGIOLINI, 1967).

De tels résultats obtenus parfois après plusieurs années d'apports successifs de l'espèce nouvelle d'entomophage dans un milieu donné, sont conditionnés

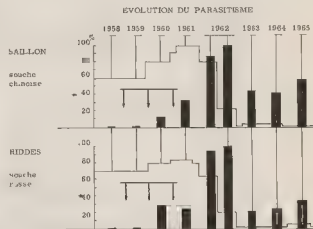


FIG. 2.

par la nature des rapports hôte-parasite, et par l'étude des caractères spécifiques de la physiologie des parasites et de la physiologie pathologique de leurs hôtes. Sans cela nous nous limiterons à constater la suprématie d'un parasite sur un autre sans en connaître le mécanisme (fig. 2).

Le second support de la théorie des populations se rapportant à la lutte biologique, également d'après ZASLAVSKI, c'est la génétique sous l'aspect de l'étude de la différenciation interspécifique des entomophages et du choix des formes les plus adaptées à l'hôte et au milieu. Il est clair que la recherche de ces formes doit être faite non seulement d'après des indices écologiques et physiologiques, mais également d'après les propriétés génétiques les plus favorables à nos préoccupations, c'est-à-dire après sélection des formes les mieux adaptées à l'objectif écologique qu'on se propose d'atteindre.

Ces recherches peuvent conduire à l'« élevage planifié » des entomophages sélectionnés. Elles contribuent aussi à l'étude du polymorphisme des popu-

lations des entomophages et de leurs victimes, car le polymorphisme joue un rôle énorme dans l'écologie des populations naturelles.

L'étude de la génétique particulière des espèces nuisibles et de la différenciation interspécifique et du polymorphisme de ces espèces est un complément indispensable pour déchiffrer les relations mutuelles dans les systèmes hôte-parasite. En outre, elle sert de base aux applications que l'on appelle les méthodes génétiques ou auticides de lutte que nous négligeons ici.

COÏNCIDENCES HÔTE-PARASITE.

Les « successions saisonnières » régissent les périodes d'activité des diverses espèces en un lieu donné et, par les fluctuations qui peuvent survenir dans les phases d'apparition d'une espèce par rapport à une autre, elles peuvent provoquer des concordances ou des discordances chronologiques favorables ou défavorables à l'une ou l'autre ou aux deux espèces.

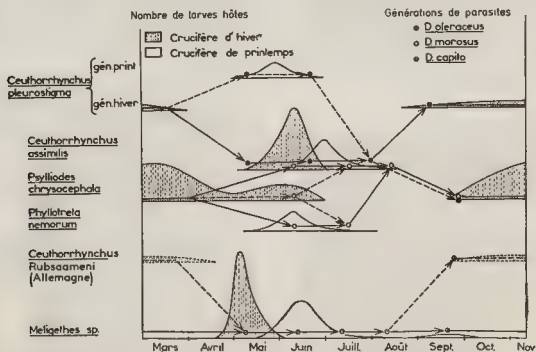


FIG. 3. — Fluctuations saisonnières de la population larvaire de divers Coléoptères, sur des Colzas d'hiver et de printemps et succession des générations de quelques *Diptera*. En trait continu : cycle fréquemment observé, en trait interrompu : cycle probable ou accidentel.

Ainsi peuvent se trouver établies ou rompues les « coïncidences phénologiques » (selon THALENHORST, 1950) indispensables aux régulations entre espèces de niveaux trophiques différents. Ces rapports phénologiques règlent de la même manière les relations entre le végétal et l'espèce phytophage comme entre le phytophage et l'entomophage.

Mais le problème est beaucoup plus complexe car la régulation naturelle d'une espèce phytophage dans une biocoenose est plus fréquemment assurée par la présence simultanée ou successive de différentes espèces entomophages : cette interférence a été bien mise en évidence par JOURDHEUIL (1961) dans son étude sur les fluctuations saisonnières des populations des Coléoptères nuisibles au Colza soumises elles-mêmes aux fluctuations saisonnières de plusieurs espèces de *Diospilinae* (Ichneumonides) à la fois polyphages et polyvoltines (fig. 3).

Ces « potentialités vicariantes » dominent la question posée depuis des décennies par les spécialistes anglo-saxons de la lutte biologique chargés des introductions et des acclimations de parasites exotiques dont ils différenciaient assez peu les valences écologiques. Si l'on néglige les exemples de *Rodolia cardinalis*, d'*Aphelinus mali* et de quelques autres, on a d'abord essayé d'introduire le maximum d'espèces de parasites pour la lutte contre un déprédateur déterminé, en pensant que les espèces de parasites les plus efficaces apparaîtraient d'elles-mêmes. Plus tard, cette méthode qui se basait sur le principe de l'essai et de l'erreur a été souvent critiquée. V. VARLEY en 1959, TURNBULL et CHANT, 1961 et WATT en 1965 ont proposé une stratégie différente basée sur l'importation préalable d'une seule espèce de parasite choisie en fonction de son « dynamisme » à l'égard du déprédateur. Ce n'est que lorsque l'espèce introduite se révèle insuffisante dans le complexe des parasites du phytophage qu'il doit être complété par d'autres espèces. Pour en donner un exemple concret, nous prendrons le cas de la Cheimatobie, *Operophtera brumata* L., que nous emprunterons à une excellente mise au point sur la stratégie de la lutte biologique due à PSCHORN-WALCHER et ZWÖLFER (1968).

SÉQUENCES PARASITAIRES ET COLONISATION ARTIFICIELLE.

Le complexe parasitaire de la Cheimatobie en Europe a été inventorié par WYLIE (1960) qui donne une liste de 63 espèces. De leur côté, VARLEY et GRADWELL (1958) ont étudié l'impact des principaux parasites sous forme de « tables de survie ». Puis, entre 1962 et 1965, SECHSER sous la direction de P. MESNIL, cité par PSCHORN-WALCHER et ZWÖLFER, 1968, a entrepris à la Station du Commonwealth Institute of Biological Control installée à Délémont (Suisse) des recherches approfondies sur les phénomènes de concurrence entre les parasites primaires de la Cheimatobie (fig. 4).

En Europe centrale, la Tachinaire *Cisenis albicans* à potentiel très élevé souffre de la concurrence d'autres parasites primaires à savoir les Ichneumonides, *Cleonophus abominator* Graff, *Pimpla contemplator*. Ces deux parasites attaquent la Cheimatobie à un stade plus avancé (prénympe) et, en cas d'un multiparasitisme avec *Cisenis albicans*, ils l'emportent toujours sur cette dernière. Or, cette Tachinaire a été introduite en 1954 dans l'est du Canada (Nova Scotia) et on a réussi à ce que la « gradation » de la Cheimatobie s'effondre jusqu'à ce que le déprédateur devienne une espèce économiquement indifférente (EMBRÉE et SISOJEVIC, 1965).

♣ Mais, ce résultat spectaculaire revenait partiellement à une seconde espèce de parasite introduite d'Europe, l'Ichneumonide *Agrypon flaviolatum* Grav. Les deux parasites se complètent de façon harmonieuse étant donné que *Cisenis albicans* est particulièrement efficace lorsque les hôtes ont une densité de population élevée tandis que *Agrypon flaviolatum* intervient lorsque le niveau de population est bas (EMBRÉE, 1966).

Ainsi, donc, dans une chaîne alimentaire comprenant un hôte phytophage et un complexe lié avec l'hôte directement ou indirectement, les liaisons entre chaque espèce de ce complexe de parasites peuvent être interprétées comme des « manifestations de concurrence » que PSCHORN-WALCHER et ZWÖLFER

n'assimilait pas au concept communément admis de la compétition interspécifique mais plutôt au concept anglais de l'« ecological interference » (MILLER, 1967).

Des rapports de concurrence écologique entre deux espèces de parasites peuvent avoir des suites très différentes : cela peut conduire au *refoulement* de l'espèce moins compétitive (« competitive displace-

ment »), mais cela peut aussi amener à la *coexistence des deux espèces* — par la superposition même partielle des niches parasitologiques — ou par sélection liée à la concurrence, il se produit une tendance à la différenciation des valences écologiques des deux espèces associées.

Un refoulement lié à la concurrence d'une espèce parasite par introduction d'une deuxième espèce

EVOLUTION SCHEMATIQUE DE LA CHEIMATOBIE ET DE SES PRINCIPAUX PARASITES.

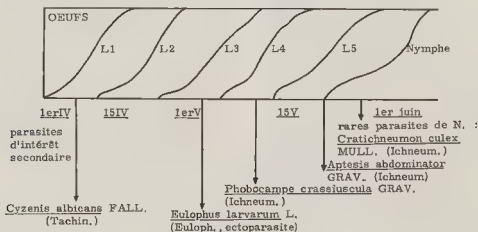


FIG. 4

homologue du point de vue écologique a pu être observé en plusieurs circonstances dans les mesures de lutte biologique. Ceci a été étudié de façon très détaillée en Californie pour 3 espèces d'Aphelinides du genre *Aphytis* introduites contre la Cochenille *Aonidiella aurantii* Mask (DE BACH et SUNDBY, 1963). De même, à la suite d'introductions successives de trois espèces d'*Opius* aux îles Hawaï pour contrôler la Mouche Orientale des fruits, VAN DEN BOSCH (1953) a constaté le refoulement successif des deux premières et l'installation définitive d'*Opius oophilus*.

Par contre, l'effet d'une différenciation écologique liée à la concurrence et amenant la coexistence s'observe pratiquement dans tous les complexes de parasites riches en espèces, ceux-ci devant être considérés comme le résultat d'un processus évolutif

d'adaptation à un hôte inféodé à une biocénose stabilisée selon le principe des « équilibres naturels » (ou de l'homeostasie écologique).

En lutte biologique, comme le rappellent PSCHORN-WALCHER et ZWÖLFER, le problème des phénomènes de concurrence dans les complexes de parasites est souvent traité empiriquement bien que ses résultats soient scientifiquement exploitables, de sorte que les généralisations n'ont qu'une validité limitée. Malgré cela, les exemples considérés doivent être soumis à une planification écologique et les mesures de lutte biologique doivent être soigneusement exécutées, du fait qu'une colonisation réussie d'un parasite dans un nouvel espace ne peut pas être annulée. De ce point de vue, les essais d'introduction avec des insectes entomophages ne se différencient en aucune façon des essais de colonisation avec d'autres groupes ani-

maux ou végétaux. Ici comme là une introduction dans un nouvel écosystème ne peut être justifiée que si les effets écologiques possibles ont été prévus aussi soigneusement que possible.

La lutte biologique, dont l'évolution historique est liée à quelques succès pratiques beaucoup plus qu'à une conception strictement doctrinale, est une branche de l'écologie générale et appliquée en plein essor. Les progrès techniques qu'elle peut et doit engendrer, le plus souvent dans le cadre d'une « lutte intégrée » (ou système de « pest management » des anglosaxons), dépendront à la fois des résultats concrets obtenus dans tous les domaines qui la concernent et des développements normatifs de l'écologie fondamentale. Grâce à cela et répondant aux objectifs du Programme Biologique International, elle contribuera à l'accroissement de la productivité des écosystèmes en en préservant l'équilibre.

BIBLIOGRAPHIE

- BALACHOWSKY (A.S.), 1951. — La lutte contre les Insectes. Payot éd., Paris, 380 p.
- BEIRNE (B.P.), 1963. — The meaning and definition of « biological control ». *Entomophaga*, 8, n° 4, 237-244.
- BENASSY (C.), 1961. — Contribution à l'étude de l'influence de quelques facteurs écologiques sur la limitation des pullulations de Cochenilles diaspiques. *Ann. Epiphyties*, 12, n° H S.
- BENASSY (C.) et MILAIRE H.), 1967. — Lutte biologique contre le Pou de San José. Dépliant D.G.R.S.T.-I.N.R.A., 5 p.
- BIRD (F.T.), 1953. — The use of a virus disease in the biological control of the european Pine sawfly, *Neodiprion sertifer* (Geoffr.). *The can. Entomologist*, 85, n° 12, 438-445.
- CLAUSEN (C.P.), 1962. — Entomophagous insects. Hafner Publ. Co. éd., New York, 688 p.
- DANILEVSKII (A.S.), 1965. — Photoperiodism and seasonal development of insects. Oliver and Boyd éd., London, 283 p.
- DE BACH (P.) et SUNDBY (R.A.), 1963. — Competitive displacement between ecological homologues. *Hilgardia*, 34, n° 5, 105-166.
- DE BACH (P.), 1964. — Biological control of insect pests and weeds. Chapman and Hall Ltd éd., 844 p.
- DELANOE (P.), 1964. — Conséquences de la compétition entre les Chalcidiens indigènes et un Braconide importé (*Opius concolor* Szepi) dans les essais de limitation des populations de *Dacus oleae* Gmel. dans les Alpes-Maritimes. *Rev. Pathol. végét. et entom. agric. Fr.*, 43, n° 3, 145-151.
- DORST (J.), 1965. — Avant que nature meure. Delachaux et Niestlé éd., Collection les Beautés de la nature. 424 p.
- EMBRÉE (D.G.) et SISOJEVIC (P.), 1965. — The bionomics and population density of *Cyzenis albicans* Fall (Tachinidae : Diptera) in Nova Scotia. *Canad. Entomolog.*, 97, n° 6, 631-639.
- EMBRÉE (D.G.), 1966. — The role of introduced parasites in the control of the Winter Moth in Nova Scotia. *The Canadian Entomologist*, 98, n° 11, 1159-1168.
- GRISON (P.) et BILIOTTI (E.), 1954. — Le rôle des stations-refuges dans la conservation et la dispersion des insectes phytophages et entomophages. Congrès Protection de la Nature, Copenhague, 137-144.
- JOURDHEUIL (P.), 1960. — Influence de quelques facteurs écologiques sur les fluctuations de population d'une biocénose parasitaire : Etude relative à quelques Hyménoptères (*Ophioninae*, *Diaspilinae*, *Euphorinae*), parasites de divers Coléoptères inféodés aux Crucifères. *Ann. Epiphyties*, 11, n° 4, 445-658.
- JOURDHEUIL (P.) et CHANSIGAUD (J.), 1961. — Les parasites imaginaux des Altises inféodées au lin cultivé. *Bull. Soc. Entomol.*, 66, 219-225.
- KILGORE (W.W.), 1967. — Pest control. Biological, physical and selected chemical methods. Douth R.L. ed. Academic Press, New York, 477 p.
- LAWSON (F.R.), RABB (R.L.), GUTHRIE (F.E.) and BOWERY (T.G.), 1961. — Studies of an integrated control system for hornworms on tobacco. *J. Econ. Entomol.*, 54, n° 1, 93-97.
- LAWSON (F.R.) and RABB (R.L.), 1964. — Factors controlling hornworm damage to tobacco and methods of predicting outbreaks. *Tobacco, Sci.*, 8, 145.
- MATHYS (G.) et BAGGIOLINI (M.), 1967. — Etude de la valeur pratique des méthodes de lutte intégrée dans les cultures fruitières intensives. *Agric. Romande*, 6, n° 3, 25-50.
- MILLER (R.S.), 1967. — Pattern and process in competition. *Adv. in Ecological Res.*, 4, 1-74.
- NISHIDA (T.), 1954. — Further studies on the treatment of border vegetation for melon fly control. *J. Econ. Ent.*, 47, 226-229.
- ORLOVSKAYA (E.V.), 1961. — Résultats d'expériences sur le *Bombyx disparata* avec les virus polyédriques dans la nature. *Bulletin VIZR*, n° 3-4, 54-57 (en russe).
- PAIKIN (D.M.), HAMPER (N.M.) et EVLAKHOVA (A.A.), 1966. — Essai d'application de préparations chimiques et microbiologiques pour la destruction de l'*Eurygaster integriceps* lors de la récolte. *Dokl. Vses. Akad. Se'kokh. Nauk Lenna*, n° 8, 10-13 (en russe).
- PELEKASSIS (C.E.D.), 1960. — Preliminary note on the influence of *Dacus* control schedule on natural enemies in the olive-growing area at Rovies in Greece. 4^e Réunion F.A.O. sur lutte contre les ennemis de l'olive. Tel-Aviv.
- PICKETT (A.D.), 1959. — Utilization of native parasites and predators. *J. of Econ. Entomology*, 52, n° 6, 1103-1105.
- PICKETT (A.D.) and MacPHEE (A.W.), 1965. — Twenty years' experience with integrated control programmes in Nova Scotia, apple and pear orchards. *Proceed. XIIIth Intern. Congr. Entomol. London*, 597.

- PSCHORN-WALCHER (H.) and ZWÖLFER (H.), 1968. — Konkurrenzerscheinungen in Parasitenkomplexen als Problem der biologischen Schädlingsbekämpfung. *Anz. Schädlink.*, n° 5, 71-76.
- RABB (R.L.), 1962. — Integration of biological and chemical control. Manipulation of the environment. *Bull. Ent. Soc. America*, 8, n° 4, 193-196.
- SMIRNOFF (W.A.), 1964. — Trans-ovum transmission of insect viruses as a biological control. *Entomophaga*, mémoire H.S., n° 2, Coll. Int. Pathol. Insectes, Paris, 1962, 459-460.
- SMITH (E.H.), 1966. — Advances, Problems and the future of insect control. *Scient. Aspects of Pest control*, n° 1402, 41-72.
- SMITH (R.F.) and VAN DEN BOSCH (R.), 1967. — Integrated control. In *Pest control*; Kilgore (W.W.) and Douth (R.L.) ed. Academic Press, New York, 295-340.
- SOLOMON (M.E.), 1953. — The population dynamics of storage pests. *Trans. IXth Intern. Congr. Entom.*, 2, 235-248.
- STEINER (H.), 1962. — Einflüsse von Insektiziden Akariziden und Fungiziden auf die Biozönose der Obstanlagen. *Entomophaga*, 7, n° 3, 237-242.
- STERN (V.M.), SMITH (R.F.), VAN DEN BOSCH (R.) et HAGEN (K.S.), 1959. — The integration of chemical and biological control of the spotted alfalfa aphid. The integrated control concept. *Hilgardia*, 29, n° 2, 81-101.
- THALENHORST (W.), 1950. — Die Koinzidenz als gradologisches Problem. Eine synökologische Studie. *Z. für angew. Entomologie*, 32, 1-48.
- TURNBULL (A.L.) and CHANT (D.A.), 1961. — The practice and theory of biological control of insects in Canada. *Canad. J. Zoology*, 39, 697-753.
- VAN EMDEN (H.F.), 1964-65. — The role of uncultivated land in the biology of crop pests and beneficial insects. *Scientific Horticulture*, 17, 121-136.
- VAN DEN BOSCH (R.), and HARAMOTO H., 1953. — Competition among parasites of the oriental fruit fly. *Proc. Haw. Entom. Soc.*, 15, 201-206.
- VARLEY (G.C.) and GRADWELL (G.R.), 1958. — Oak defoliators in England. *X^e Congr. Intern. Entomologie*, 4, 133-136.
- VARLEY (G.C.), 1959. — The biological control of agricultural pests. *The Journ. of the Roy. Soc. of Arts*, 107, 475-490.
- WATT (K.E.F.), 1965. — Community stability and the strategy of biological control. *Canad. Entomologist*, 97, n° 8, 887-895.
- WYLIE (H.G.), 1960. — Insect parasites of the winter moth *Operophtera brumata* L. (Lep. Geometridae) in western Europe. *Entomophaga*, 5, n° 2, 111-129.
- ZASLAVSKY (V.A.) and SUGONAEV (E.S.), 1967. — Inhibition biologique des insectes nuisibles comme problème de l'écologie moderne. *Zoologicheskii Zhurnal*, 46, n° 10, 1543-1548 (en russe).

QUESTIONS DE COOPERATION

Les Membres de la Société doivent coopérer. Il est évident que le Bureau ne peut pas assumer toutes les tâches. Il est important que les documents écologiques français parviennent aux mains du secrétaire général avec les commentaires souhaitables.

Il faudrait en particulier que le secrétariat général reçoive régulièrement, ce qui exige une certaine discipline, toutes les informations et les plans de travail. Il serait bon que les difficultés qui peuvent se présenter à des chercheurs soient signalées au secrétariat général, qui pourrait agir soit en tant qu'orienteur vers un autre collègue, soit faire part de la difficulté qui se présente, dans la mesure où elle n'a pas d'implications humaines, aux autres spécialistes dans le cadre du *Bulletin*.

D'autre part, il est important que des analyses d'ouvrages écologiques paraissent à une bonne cadence au cours de l'année 1970 pour diminuer le retard d'information dont souffrent un certain nombre de jeunes collègues. Pour y parvenir, il faut un effort de la part de tous.

Enfin, il est instamment demandé aux collègues Professeurs d'Université de veiller à ce qu'un double des résumés de thèses écologiques soit envoyé au secrétariat général, accompagné des numéros d'inventaire, afin que tous les intéressés puissent se procurer les micro-films. Ceci est très important car la publication des thèses va poser des problèmes de plus en plus aigus au cours des deux ou trois années qui viennent, malgré que, au niveau de la Commission des Publications créée par le Premier Ministre, la publication des thèses naturalistes ait été envisagée d'une façon particulièrement favorable.

LES APPLICATIONS DE L'ÉCOLOGIE AUX PROBLÈMES DE DÉVELOPPEMENT

par B.H. DUSSART

Laboratoire des Pêches Outre-Mer, Muséum

Dans tous les pays, le développement est lié à une exploitation mesurée des ressources naturelles. Parmi celles-ci, l'énergie et les conséquences de sa distribution sont des richesses non contestées. Dans les pays en voie de développement, la course à une source d'énergie indépendante et bon marché a entraîné un vaste programme de mise en valeur s'appuyant sur les possibilités locales en matière de houille blanche. Ce programme s'appuie aussi sur la constatation bien connue qu'un hectare d'eau bien utilisée rapporte plus à l'homme qu'un hectare de terre pauvre ou abandonnée, ou manquant de bras pour la faire produire. C'est ainsi que sont nés dans les dernières années de nombreux milieux, de nouvelles ressources, de nouveaux problèmes dans plusieurs continents.

Ainsi, en 1964 était barré le Nil à Assouan. Un lac de 5 000 km² était formé (le Léman, le plus grand lac d'Europe occidentale mesure 582 km²). En 1958, le Zambèze était arrêté dans sa course à Kariba, le lac Elizabeth II, redénommé depuis lac Kariba, de 5 250 km², était né. De même, en 1964, la Volta était barrée à Akosombo et le lac Volta est maintenant un plan d'eau de 8 000 km². Le fleuve Bandama, en Côte d'Ivoire, est en cours d'aménagement à Kossou et un lac de 1 750 km² verra le jour dans deux ans. D'autres exemples africains pourraient être donnés (lac Kainji, lac d'Ayamé...). En Asie, le long du Mékong ou sur ses affluents, 48 barrages sont à l'étude, en construction ou réalisés dont 13 sur le cours principal du fleuve.

Les ressources énergétiques produites par ces masses d'eau sont considérables. L'incidence de leur présence sur la nature et l'homme est également très importante. Des terres sont noyées, des villages aussi; des centaines de milliers d'hommes doivent déménager, trouver ailleurs de nouvelles conditions d'existence; plantes et animaux trouvent les uns une mort certaine, les autres de nouvelles occasions de se développer. Les microclimats changent, la nappe phréatique est mieux alimentée, des marais se forment, des routes sont coupées mais de nouvelles voies d'eau permettent une meilleure pénétration vers des sites encore mal connus. Des eaux courantes deviennent stagnantes et la faune des premières est remplacée par celle des secondes.

Quel est le rôle de l'écologiste dans des cas de ce genre? Il connaît ou cherche à connaître les exigences des espèces existantes et pressent les bouleversements entraînés par le changement de milieu. Son rôle est de prévenir les erreurs, d'éclairer l'aménagiste, de donner à l'économiste le sens de ses responsabilités à long terme, d'aider le sociologue à comprendre la place de l'homme dans cette nature modifiée, de limiter les initiatives qui, brutalement ou à court terme, peuvent devenir néfastes.

L'écologiste est-il armé pour remplir cette tâche? Dans l'état actuel de nos structures, non. La complexité du monde vivant est telle que nos données de base, souvent dispersées, sont insuffisantes, non pour aménager, mais pour prévoir ou pour corriger.

De plus, la nature réagit de manière parfois irréversible à l'échelle humaine et n'a aucune notion des unités économiques grâce auxquelles l'homme mesure son propre développement. La nature n'est pas matérialiste et emploie souvent des moyens onéreux pour s'adapter aux circonstances.

La présence d'un écologiste aux côtés des aménageurs s'impose pour les raisons suivantes :

Les principaux éléments sur lesquels repose un aménagement sont notamment le sol, l'eau et l'énergie. Si l'énergie est transportable (au même titre que les ressources du sous-sol) et l'eau canalisable, le sol, lui, est immuable. De sa richesse dépend l'essor de l'agriculture. La répartition des divers types de sols joue un rôle considérable dans le choix des implantations urbaines et rurales. L'écologiste a besoin d'une cartographie de ces sols et si les documents d'ensemble existent le plus souvent, ceux à *bonne échelle* font généralement défaut. Les travaux topographiques de précision, complétant et précisant les cartes géographiques générales sont prévus dans le plan d'aménagement quel que soit leur coût. Il devrait en être de même pour les travaux de cartographie pédologiques et botaniques que seuls des écologistes peuvent réaliser. De même, si nous connaissons grosso-modo la distribution des animaux domestiques voire sauvages, nous ignorons le plus souvent cette distribution à l'échelle d'un plan régional d'aménagement. Dans les pays africains, nous ignorons encore l'existence de nombreuses espèces ou de races qui, un jour, deviendront utiles au développement. Cet inventaire, les taxinomistes seuls peuvent le réaliser à la demande de l'écologiste qui suit *dans le temps* l'évolution des populations comme le démographe suit les hommes et leurs familles.

Le facteur sans doute le plus important en recherche écologique est le **temps**, et l'écologiste doit continuellement prévoir, pour mieux comprendre le rôle du temps dans l'évolution du milieu et des organismes (biocénoses) qui l'habitent. Il n'est pas possible de remonter le temps et l'état *actuel* d'un écosystème est le résultat d'une évolution continue dont la vitesse n'est appréciable qu'à condition de réunir en *temps voulu* les données nécessaires à sa mesure. En éco-

logie terrestre, de nombreux paramètres ont des variations relativement lentes : qualité des sols, couvert végétal. En écologie aquatique, la dynamique du milieu est beaucoup moins facile à saisir car elle fait intervenir un support fluide et des organismes à très grande vitesse de réponse aux variations des conditions de milieu, algues et microcrustacés, animaux à nage et croissance rapides tels que de nombreux poissons, etc... La dispersion des germes est elle-même bien plus efficace en milieu aquatique ouvert et les modifications du milieu consécutives à cette dispersion sont souvent plus profondes qu'en milieu terrestre et de nature irréversible.

L'écologie est à la base de toute compréhension du milieu naturel. Elle est aussi une source d'informations irremplaçables dans les projets d'exploitation raisonnée de ce milieu. Les études de factibilité, indispensables avant toute implantation d'un barrage, mettent parfois en cause la rentabilité à moyen terme des installations prévues parce qu'elles ne considèrent qu'une partie du bénéfice qui peut être tiré de ce barrage : l'énergie hydroélectrique. En Thaïlande, de telles études ont montré que le barrage de Pa Mong devait rapporter 750 000 dollars U.S. par an sous forme de 65 millions de kWh. Or, une fois le barrage en eau, l'industrie de la pêche a tiré 1 200 tonnes de poissons du lac formé, soit une valeur de 500 000 dollars U.S. qui avaient été oubliés dans les études économiques préalables. Que dire des industries de transformation et de conditionnement de ces produits naturels, également oubliés ?

L'écologiste doit également être prévoyant pour limiter les conséquences fâcheuses de l'utilisation, même considérée comme rationnelle, du milieu ; il doit chercher des solutions naturelles aux problèmes que la nature pose à l'homme. Si une espèce, considérée comme nuisible à un certain point de vue, trouve de trop bonnes conditions de développement, il faut limiter son extension autant que possible par des moyens naturels. L'écologiste doit choisir un procédé écologique pour lutter contre ce qu'il dénomme un déséquilibre. Dans les polders nouvellement constitués aux Pays-Bas, sitôt que le blé remplace les roseaux, les petits rongeurs pullulent par suite de

l'accroissement considérable de leurs possibilités de survie. Les écologistes hollandais ont rééquilibré cette nouvelle biocénose anarchique en introduisant des rapaces et non en employant contre les rongeurs des moyens de lutte chimique.

De même, dans les eaux tropicales, certaines grandes endémies, telle la bilharziose (schistosomiase), ont leur répartition limitée par celle de leur vecteur (ici un mollusque). Lutter contre la maladie revient à contrôler le développement du vecteur, à limiter sa biomasse à défaut de l'élimination pure et simple du parasite (*Schistosoma*). Des moyens chimiques d'élimination de l'hôte sont envisagés. Mais se représente-t-on la quantité de matière organique ainsi tuée et remise brutalement dans le cycle de la matière vivante par l'intermédiaire des bactéries ? Dans le lac Tchad, il y a près d'un million de tonnes de mollusques. Traiter les rives du lac reviendrait à tuer plusieurs dizaines de milliers de tonnes d'organismes utiles à la nutrition des poissons, des oiseaux, etc..., donc à l'homme, et à en faire autant de matière putrescible.

Le rôle de l'écologiste est aussi de prévenir les modifications irréversibles de l'équilibre naturel dues à l'homme. La dégradation du couvert végétal, qui entraîne une érosion destructrice des sols, la pollution des eaux qui provoque un changement souvent brutal des conditions physico-chimiques du milieu, sont autant de dégâts dont la nature souffre et l'homme avec.

Aménager des surfaces, des volumes de Biosphère, revient à donner conscience à celui-ci de son rôle dans ces transformations. Un lac est un piège à substances nutritives et déverser dans ses eaux les déchets de l'activité humaine revient à accélérer son eutrophisation, à l'entraîner plus vite vers un état qui le rend impropre à toute exploitation raisonnée. Prévoir à long terme ces transformations c'est éviter un gaspillage de nos ressources naturelles et économiser *a priori* le prix d'opérations coûteuses et souvent inefficaces destinées à ramener la nature à son état premier d'équilibre. C'est cette dernière constatation qui fait de l'écologie d'aujourd'hui une nécessité économiquement rentable pour le monde de demain.

Le service du bulletin n° 3 ne sera fait qu'aux membres ayant acquitté leur cotisation auprès de Monsieur le Trésorier : M. Turmel, 61, rue de Buffon, Paris 5^e, Société Française d'Ecologie — C. C. P. n° 30 279 62 La Source.

LES ESPACES VERTS, FACTEUR DE SANTÉ PUBLIQUE

par le Pr. M. MAISONNET et le Dr. J.-P. BOCQUET

Faculté de Médecine de Rouen

L'intérêt des Espaces Verts n'est contesté par personne à l'heure actuelle et paradoxalement ils sont fréquemment sacrifiés et remplacés par des garages, parkings, dont le rôle bénéfique dans l'optique de la Santé Publique est loin d'être prouvé !

L'action favorable des Espaces Verts dans la lutte contre la pollution atmosphérique est très classique.

Nous connaissons le rôle fixateur des végétaux à l'égard des gaz toxiques, principalement de l'anhydride sulfureux et à un degré moindre de l'anhydride carbonique. Un air pollué contenant 0,10 mg d'anhydride sulfureux par m³ serait complètement épuré par la traversée à une vitesse n'excédant par 25 km/h d'un carré d'un hectare situé dans une forêt de hêtres d'âge moyen.

Vis-à-vis des poussières il existe un mécanisme de fixation qui semble double, mécanique tel un écran, et par l'intermédiaire du phénomène de transpiration et de formation de rosée.

Le rôle épidémiologique ne doit pas être négligé : nous avons effectué des prélèvements d'air en Côte d'Ivoire dans trois zones de forêts : l'une littorale, la seconde plus éloignée de la côte, la troisième en terrain marécageux. Chaque prélèvement était fait par temps sec à l'aide d'un appareil de notre conception « l'Hydroaéroscope », appareil expérimental électrostatique muni de cribles de dissociation pour les poussières supports qui permettent aux germes de l'air de se déposer dans deux boîtes de Petri contenant un milieu nutritif.

Dans la zone littorale immédiate cette méthode a permis de mettre en évidence 3,4 germes par litre d'air ; des mesures dans la forêt défrichée à 100 m,

puis 200 m, et enfin 300 m de la mer, montrent que l'influence de l'air marin s'exerce indubitablement, mais à une assez courte distance seulement : on trouve en effet, 1 germe par litre d'air à 100 m de la mer, 2,80 à 200 m et 2,60 à 300 m ; il apparaît donc qu'à 200 m de la mer la quantité de germes par litre a presque triplé et qu'au-delà elle varie peu. Notons en outre que des résultats globaux analogues ont été obtenus dans la zone de forêts marécageuses.

Par contre, dans la zone de forêts denses plus éloignée de la côte, les chiffres observés sont en moyenne de 0,7 germe par litre traduisant une pureté bactérienne presque identique à celle de l'air marin alors que l'influence de la mer comme le montrent les recherches citées plus haut ne peut se faire sentir à cette distance. La végétation joue donc le rôle d'un véritable filtre à l'égard des pollutions microbiennes et, argument supplémentaire, le simple défrichement suffit à provoquer une augmentation très nette de la teneur en germes, les chiffres se rapprochant alors de ceux observés dans les savanes.

Certes il s'agit de conditions très éloignées des Espaces Verts urbains qui ne se prêtent pas à une analyse très précise, mais une extrapolation est possible.

Dans la lutte contre le bruit l'espace vert joue un rôle primordial par sa masse propre et par la masse d'air, mauvais conducteur du son, qui le baigne. Il forme un véritable écran acoustique.

Au point de vue climatologique, n'oublions pas qu'il intervient dans la régulation de la température et de l'état hygrométrique de l'air et qu'il a une

action indiscutable dans la prévention de nombreuses maladies aussi diverses et variées que : rachitisme, infections des voies respiratoires, troubles psychiques, etc...

C'est pour ces nombreuses raisons que l'espace vert reste un des « cheval de bataille » des hygiénistes.

Nous voudrions redonner, en pratique, au terme « Espaces Verts » sa valeur véritable, une valeur noble et éviter que l'on puisse qualifier d'espaces verts un semblant de végétation. Dans Espaces Verts, il y a, avant tout, le mot Espace qui contient déjà en lui le germe de l'étendue, de la grandeur, qui se refuse à être pris dans un sens étroit et qui appelle une politique coordonnée d'ensemble pour tout un pays.

C'est une bien triste constatation que de voir de belles pelouses, entourant certains immeubles et même des blocs scolaires, interdits aux enfants qui ne peuvent s'y promener en toute liberté, y apposer même un seul pied; ces enfants, ne sont-ils pas en fait parqués entre ces soi-disant Espaces Verts et leurs appartements ?

On construit de beaux bâtiments, on aménage de belles pelouses, trop belles même, mais l'on oublie trop souvent qu'ils sont faits pour des Hommes, avec leurs défauts certes, et qu'ils doivent s'articuler, s'intégrer à une vie humaine convenable : il faut admettre, dès lors, qu'ils seront sujets de ce fait, à des déprédations normales dues à une vie normale. Il est utopique de construire en ne pensant pas suffisamment aux utilisateurs ou encore en s'imaginant que par quelques pancartes soi-disant autoritaires et toujours négatives, on maintiendra des ensembles impeccables : c'est créer chez tous les utilisateurs adultes un élément de psychose désagréable et enga-

ger un peu plus l'enfant dans une éducation négative qu'il ne comprend pas, qui le traumatise et l'amène à la révolte. Comment pourrait-il se développer sainement alors qu'on le parque entre des murs et un espace proscrit ? Un espace vert est-il obligatoirement une pelouse intouchable dévorant la presque totalité de l'espace libre, avec quelques rares et forts beaux spécimens d'arbres ou arbustes ?

L'élaboration de l'Espace Vert ne doit pas être faite en fonction d'une beauté statique qui se suffit à elle-même et qui limite encore, de façon outragante, la maigre surface sur laquelle enfants et adultes souhaiteraient se retrouver et se détendre. Elle doit être faite comme un ensemble dont les hommes font partie intégrante, et non plus sous forme d'un décor devant lequel ils évoluent. Dans un théâtre, il y a la scène et le décor mais, dans la réalité, l'espace vert est à la fois le décor et la scène.

Il faut donc que l'espace vert se laisse pénétrer par l'Homme au gré de sa fantaisie, ce qui n'implique pas, bien entendu, une pénétration anarchique ou imprudente : est-il souhaitable que la circulation automobile soit aussi largement tolérée dans nos massifs forestiers, perturbant l'atmosphère par son bruit, ses gaz toxiques, en tuant même parfois les végétaux ?

Il est bien difficile d'éviter l'émission de la pollution provoquée par l'homme, mais, il est au moins une solution commode, à notre portée : instaurer une politique d'urgence de l'espace vert, un espace vert bien compris, non pas réduit en surface à la portion congrue mais vaste et coordonné sur tout le territoire : certains s'y emploient et j'espère que l'urgence sera reconnue par tous.

LA RECHERCHE ÉCOLOGIQUE EN FRANCE
ACTIVITÉS DES LABORATOIRES



L'ÉCOLOGIE DANS LE PROGRAMME D'ORIENTATION « Océan » DU C.N.E.X.O.

par L. LAUBIER

Conseiller scientifique du CNEOX

Dans les premiers jours du mois de septembre 1968, le Centre national pour l'Exploitation des Océans a fait connaître son programme d'orientation sous la forme d'une brochure de 140 pages largement diffusée auprès de tous les organismes français publics ou privés ayant une activité océanologique même partielle. Ce programme, compte tenu des possibilités nationales (tant du point de vue infrastructure matérielle que du point de vue du budget et des hommes) et du souci d'exploiter dans les meilleures conditions les ressources des océans et des fonds océaniques, a retenu cinq grands thèmes orienteurs, dont trois intéressent, à des degrés divers, l'écologie marine (ou, si l'on préfère, l'océanographie biologique) :

Thème n° 1 : Exploitation de la matière vivante.

Thème n° 3 : Reconnaissance et aménagement du plateau continental et du littoral.

Thème n° 4 : Lutte contre la pollution.

Les deux autres thèmes (« Exploitation des matières minérales et fossiles », thème n° 2, et « Action de l'océan sur les conditions météorologiques et climatiques », thème n° 5), ne concernent pas le domaine écologique.

A l'intérieur de chacun des grands thèmes orienteurs, le CNEOX a sélectionné des *objectifs* à court, moyen ou long terme. Les voies d'accès à ces objec-

tifs passent par un certain nombre d'*opérations* (1) concrètes, définies de manière assez précise, mais d'un ordre de grandeur assez différent : si certaines opérations, bien délimitées dans l'espace et dans le temps, s'adressent à une équipe de recherche unique, d'autres sont volontairement moins circonscrites et recouvrent l'activité de plusieurs équipes; il s'agit en quelque sorte de projets, pour la réalisation desquels il convient de définir des sous-programmes d'exécution liés étroitement les uns aux autres par une dépendance directe. Il est intéressant de noter que les opérations retenues pour l'ensemble des cinq thèmes sont de nature très différente : à l'intérieur des deux grands domaines de la recherche et du développement, on peut distinguer des opérations de recherche libre (dite aussi fondamentale), de recherche sur programme (ou appliquée), de recherche technologique, de développement industriel, enfin d'études technique et systématique. Le dosage entre ces divers types d'opérations procède logiquement des objectifs choisis dans chacun des thèmes, tout en s'efforçant de demeurer réaliste vis-à-vis des

(1) Après avoir retenu, avec l'aide de son Comité scientifique et technique, les cinq thèmes orienteurs et les objectifs à atteindre, le CNEOX a constitué autant de Groupes de Travail spécialisés qui ont préparé la réalisation concrète du programme en proposant un certain nombre d'opérations. Les rapports finaux des groupes de travail ont enfin été repris et homogénéisés par le CNEOX pour obtenir le texte définitif publié dans le programme d'orientation « Océan ».



moyens matériels et humains dont dispose aujourd'hui notre pays, et de ceux dont il peut être doté d'ici quelques années. D'ailleurs, l'examen détaillé du programme d'orientation « Océan » montre clairement que l'acquisition de certains résultats associe le domaine de la recherche libre, bien souvent indispensable en amont de toute application en océanologie, et celui de la recherche sur programme : les diverses opérations d'aquaculture marine (2) fournissent de bons exemples de cette nécessaire liaison.

C'est évidemment le thème « Exploitation de la matière vivante » qui concerne le plus directement l'écologie marine. Sur les vingt-quatre opérations retenues pour la réalisation de ce thème, dix-sept d'entre elles sont liées directement ou indirectement au développement de l'écologie marine. On peut distinguer parmi ces dix-sept opérations un premier ensemble correspondant grossièrement à la section Productivité des communautés marines du Programme Biologique International (voir ce Bulletin, n° 1, avril 1969, page 11). Le terme de production a toutefois été préféré au terme de productivité : il s'agit là, moins d'une recherche sémantique, que d'un souci de pragmatisme qui se manifeste également dans la rédaction des titres d'opérations : « Mesure de la production primaire planctonique », « Mesure de la production secondaire benthique », etc.

Cet ensemble d'opérations est édifié autour du cycle général de la matière vivante dans le milieu marin, et une ou plusieurs opérations correspondent à chacune des étapes principales du cycle :

— Production primaire du phytoplancton, du phytomicrobenthos et des algues pluricellulaires (opérations 1, 2 et 3).

— Production des principaux herbivores pélagiques et benthiques (opérations 4 et 5).

— Productions tertiaire et quaternaire, soit en

milieu naturel sans intervention humaine, soit en milieu confiné ou clos (lagunes littorales salées) avec possibilités d'intervention de l'homme (opérations 6 et 7).

— Enfin, à tous les niveaux trophiques, étude des substances ectocrines ayant ou susceptibles d'avoir un rôle accélérateur, régulateur ou inhibiteur sur la physiologie des espèces et par voie de conséquence sur le fonctionnement d'ensemble d'un réseau alimentaire simple et bien connu (opération 8); cette opération est liée, d'une part aux recherches de laboratoire sur les substances isolées, d'autre part aux résultats de l'opération précédente.

Un second ensemble d'opérations a essentiellement trait à la dynamique des populations (malgré son impropriété, ce terme ne semble pas encore devoir être remplacé sans risque de confusion par celui, plus rigoureux, d'évolution des populations) d'espèces de poissons exploitées par la pêche française. Les quatre opérations retenues ont respectivement trait au hareng du Sud de la Mer du Nord, à la sardine du Golfe du Lion et du Golfe de Gascogne, au merlu profond du Golfe de Gascogne, enfin au thon blanc (germon) et au thon rouge en Atlantique oriental et en Méditerranée occidentale. Pour des raisons plus formelles qu'économiques, ces quatre opérations ont été séparées du premier ensemble, bien qu'elles en soient évidemment partie intégrante. La différence principale entre l'écologie marine et l'océanographie des pêches repose en fait essentiellement sur la distinction recherche libre/recherche sur programme, critère qui va d'ailleurs s'amenuisant avec le progrès des connaissances dans les deux disciplines.

Le dernier ensemble d'opérations intéressant l'écologie constitue le premier effort raisonné pour relancer en France l'aquaculture marine, délaissée presque systématiquement depuis plus de soixante-dix ans. Pour des raisons de rentabilité économique, les espèces nominativement retenues répondent à deux critères : valeur commerciale élevée sur le marché français, demande largement supérieure à la production actuelle. Ce sont :

— La coquille Saint-Jacques et la praire (*Pecten maximus* et *Venus verrucosa*) pour les Bivalves.

(2) Malgré l'analogie facile avec le terme agriculture, il paraît préférable de respecter l'étymologie latine (génitif aquae), le e disparaissant au profit du a pour des raisons euphoniques évidentes. C'est d'ailleurs le point de vue de nombreux auteurs américains. Reste à savoir s'il convient de parler de « mariculture », ce qui conduirait à forger un néologisme du type « aquaculdiculture », le préfixe personnellement m'en tenir à aquaculture, quitte à la qualifier de marine !

— Les crevettes indigènes *Carididae* et *Penaeidae* *Palaemon serratus* et *Penaeus kerathurus* pour les Décapodes Macroures.

— Les Crustacés dits « nobles » *Homarus gammarus* (= *H. vulgaris*) et la langouste du Cap *Jaanus lalandei* (3).

— Deux poissons d'intérêt économique élevé, la Sole (*Solea vulgaris*) et la Daurade (*Chrysophrys aurata*) (4).

— Enfin, diverses espèces de poissons ou d'invertébrés non précisés explicitement, pourront être retenues en fonction des critères ci-dessus, dans le cadre de la réalisation d'une installation pilote d'élevage.

Il ne paraît pas nécessaire, tant la chose est d'évidence, de préciser les liens étroits existant pour toutes ces opérations entre le programme d'application et les recherches d'écologie quantitative ou fonctionnelle. Citons seulement quelques grandes voies de recherche dont la prospection est indispensable à la réalisation de ce programme d'aquaculture : connaissance des conditions de milieu propres à la croissance et à la métamorphose des jeunes, connaissance précise des régimes alimentaires successifs au cours du cycle biologique de chaque espèce, étude du comportement individuel (reproduction, cannibalisme, territoire minimal, etc.), action de substances hormonales sur la croissance et la maturation sexuelle, etc. Si de rares opérations pourront être simplement adaptées à partir des connaissances acquises à l'étranger (il y a d'ailleurs sur ce point un effort considérable de recherche bibliographique à faire), pour la plupart, les problèmes devront être envisagés dans leur totalité, en particulier ceux, essentiels, liés aux changements d'échelle des élevages. Enfin, il conviendrait aussi de situer les opé-

rations qui viennent d'être énumérées par rapport aux diverses formes possibles d'aquaculture, depuis l'acclimatation à l'élevage complet en passant par l'engraissement avec ou sans fertilisation ou apport de nourriture. Mais ceci dépasserait largement le cadre de cette présentation du programme du C.N.E.X.O.

Le thème « Reconnaissance et aménagement de la marge continentale et du littoral » ne concerne que très indirectement l'écologie. Il faut toutefois relever quelques opérations, particulièrement dans le cadre de l'aménagement, qui intéressent l'écologie. Extraites de leur contexte général, elles apparaîtront sans doute assez dispersées :

— La protection contre l'action chimique et biologique des éléments sur les structures (opération 6).

— A la limite, l'étude des problèmes physiologiques de la pénétration de l'homme sous la mer (études psychotechniques et ergonométriques sur l'homme, étude de la vie sous pression pour les animaux) (opération 9).

— Recensement des aménagements littoraux qui pourraient permettre des expériences d'acclimatation (opération 15).

— Recensement permanent des dépôts industriels et urbains, sources possibles de pollution (opération 16).

— Réalisation de cantonnements et de récifs artificiels, dans le but de favoriser la reconstitution de certaines populations en cours de destruction par pollution ou surexploitation (opération 17).

Enfin, le thème « Lutte contre la pollution » contient une série d'opérations ayant trait plus ou moins directement à l'écologie marine, et plus particulièrement à la dégradation biologique des polluants, soit en dernier ressort à la microbiologie marine. Ce sont :

— Sélectionner des détergents (puis des pesticides et autres polluants) non ou peu nocifs biologiquement, avec étude de leur toxicité propre, de leur évolution en mer et de leur biodégradabilité (opérations 4 et 5).

— Réduire les pollutions industrielles par les hydrocarbures (au moyen de procédés physico-chi-

(3) Pour cette dernière espèce, il est certain que le nombre élevé de stades larvaires pélagiques et leur fragilité interdiront longtemps d'envisager un véritable élevage. Il s'agit simplement d'acclimater cette forme plus robuste, semble-t-il, que notre langouste indigène (*Palinurus vulgaris*), largement surexploitée, voire même en voie de disparition dans certaines zones.

(4) Suivant en cela Littré, l'orthographe dorade doit être réservée aux espèces de la famille des Cyprinidés; le terme daurade, formé sur le mot provençal daurada, doit être appliqué à notre Sparidé. Quant à son utilisation pour désigner la Coryphène, il s'agit d'une extension impropre et malheureuse.

miques susceptibles de diminuer la nocivité des produits rejetés ou au moyen de procédés bactériens susceptibles de les dégrader) (opération 6).

— Etude du phénomène d'eutrophisation (fertilisation excessive des eaux par apport de métabolites, phosphates et nitrates notamment) dans une zone littorale limitée (opération 16).

— Développement des études en cours sur les différents aspects de la pollution bactérienne (opération 17).

— Etablissement de cartes permanentes de pollutions côtières de tous ordres (dans un premier temps hydrocarbures et pollutions bactériennes) (opération 18).

A l'issue de cette rapide revue des divers secteurs de la recherche en écologie marine concernés par les opérations du programme d'orientation « Océan », deux remarques principales me paraissent s'imposer.

Tout d'abord, le fait que malgré l'ampleur et la variété des objectifs envisagés, il s'agisse bel et bien d'une sélection d'un certain nombre d'opérations parmi toutes celles proposées dans les rapports des groupes de travail spécialisés, sélection effectuée en fonction des critères évoqués au début de ce texte. Schématiquement, on peut dire que toute la partie du cycle de la matière vivante située en amont de la production primaire algale, ainsi que le devenir des corps après la mort, n'ont pas été envisagés en tant que tels : ces deux domaines recouvrent à peu près l'ensemble de l'activité microbienne naturelle, aussi bien la reminéralisation des matières organiques mortes que les synthèses bactériennes, ainsi que les processus purement chimiques qui interviennent à ce stade (entre autres choses, le rôle et l'importance du seston ne sont pas évoqués dans ce programme).

D'autre part, les limites du domaine géographique dans lequel seront exécutées les diverses opérations ont été précisées. Diverses considérations conduisent bien sûr à ne pas disperser les efforts dans des zones océaniques trop vastes ou lointaines; d'où l'accent particulier porté sur le plateau continental français, golfe du Lion, golfe de Gascogne, Manche. Toutefois, et ceci est important, « il ne serait ni

prudent, ni conforme à la vocation d'une nation comme la France de se désintéresser des *fonds abyssaux* qui occupent plus de 80 % de la totalité des fonds marins, à l'heure où les plus grands pays mettent en œuvre, dans leur exploitation, des moyens bientôt comparables à ceux de l'exploration de l'espace » (Programme d'orientation, p. 27). Cette décision parfaitement justifiée de ne pas s'enfermer dans le cadre limité du domaine précontinental conduit, du point de vue de l'écologie, à envisager d'une façon différente bon nombre des opérations qui viennent d'être passées en revue. Sans prétendre épuiser le sujet, on peut cependant poser quelques questions qui montrent bien l'importance de ce choix dans la définition de nouvelles directions de travail :

— Quel est le rapport moyen Production/Biomasse en zone abyssale, par rapport à ses valeurs dans le domaine littoral pour des espèces homologues du point de vue trophique ?

— Comment mesurer la production d'une faune abyssale, dont le cycle biologique n'est pas soumis à un rythme écologique saisonnier, mais semble assez aléatoire ?

— Quelle est la part d'énergie circulant en circuit fermé en zone abyssale, et quelle est l'importance et les voies de passage des apports énergétiques provenant de couches d'eau sus-jacentes ?

— Quelle est la production annuelle de certaines populations de poissons abyssopélagiques, susceptibles d'être un jour exploitées sous une forme ou sous une autre (concentrés protéiques) ?

Sans développer plus longuement cet aspect du programme du CNEXO, il convenait cependant de souligner cette volonté d'étude des fonds abyssaux. La France se doit, tant par son passé océanologique que ses possibilités actuelles, de retrouver une place de choix sur le plan international dans les explorations en mer profonde, même si au départ, les résultats obtenus concernent surtout la synécologie descriptive et la systématique. Dès maintenant, rappelons que les programmes scientifiques du Centre Océanologique de Bretagne sont axés en partie sur l'océanologie profonde, tant en biologie qu'en géophysique ou en géologie.

Il resterait à envisager la réalisation pratique de ce programme : comment le C.N.E.X.O. entend-il mettre en œuvre son programme ? Faire exécuter les opérations par un ou plusieurs organismes publics ou institutions privées ? Créer, au sein même de sa propre organisation, les équipes de recherche nécessaires ? Comment instaurer la collaboration nécessaire avec les divers organismes ou institutions qui se consacrent en France à l'océanologie à temps plein ou à temps partiel ?

Autant de questions auxquelles il faudrait apporter une réponse. Mais ceci déborderait largement du cadre de cet article plus scientifique que « politique »,

et a en outre été déjà développé dans le Programme d'orientation (Chapitre IV, Méthodes et moyens de réalisation du programme).

De même, il n'a pas été possible de présenter ici une bibliographie même sommaire des travaux effectués depuis près de deux ans dans le cadre du programme d'orientation. Signalons toutefois qu'une liste des travaux publiés dans le cadre des différents contrats de recherche passés par le C.N.E.X.O. à divers laboratoires et institutions figure dans une numéro récent du Bulletin d'information du C.N.E.X.O.

ANNUAIRE DES ECOLOGISTES

La Société d'Ecologie compte publier, en 1970, un annuaire des écologistes de langue française. Le Bueau pense que plus cet annuaire sera large, plus il sera efficace.

Tous les membres sont priés d'envoyer les noms, adresses et spécialités des chercheurs qu'ils connaissent. Il serait bon évidemment qu'ils fassent également un vaste effort de prospection auprès des écologistes non encore inscrits dans le cadre de notre Société.

Il faut bien comprendre que les premières campagnes de prospection ont été très imparfaites et que, si notre Société comporte actuellement un grand nombre de Membres, elle est cependant certainement loin d'avoir contacté tous ceux qui sont potentiellement intéressés.

CARTOGRAPHIE DE LA VÉGÉTATION ET RECHERCHES ÉCOLOGIQUES FRANÇAISES EN ASIE TROPICALE

par P. LEGRIS

Maitre de recherches au C.N.R.S.

C'est en 1956 que fut créée la Section scientifique de l'Institut Français de Pondichéry à la demande du Pandit J. NEHRU, Premier Ministre du Gouvernement de l'Inde.

Le Professeur H. GAUSSEN de la Faculté des Sciences de Toulouse, fut chargé par le Gouvernement Français de définir l'orientation scientifique de ce nouvel établissement, qui ne pouvait espérer que des moyens très limités en personnel et en équipement. Le premier objectif fixé fut la réalisation de la carte Internationale de la Végétation et des conditions écologiques de l'Inde.

Après de multiples difficultés, l'Institut comprenait en 1961, un embryon de laboratoire, deux chercheurs qualifiés et une petite équipe de dessinateurs recrutés et formés sur place. Mais la maquette de la première carte, couvrant l'extrémité de la péninsule indienne jusqu'au 12° degré de latitude, était terminée et présentée au Ministre de l'Agriculture de l'Inde. Ce fut le point de départ d'un accord de coopération technique entre l'Indian Council of Agricultural Research et l'Institut Français, qui nous permit d'avoir accès officiellement à la documentation des Services techniques, et de bénéficier de l'aide de prospecteurs forestiers et agronomes des divers Etats de l'Inde.

LES CARTES DU TAPIS VÉGÉTAL.

Ce type de cartes, éditées à l'échelle de 1/1 000 000, présente un intérêt certain pour les

régions mal connues ou en voie de développement. Il se présente sous la forme d'une carte principale entourée de cartons analytiques à 1/5 000 000 : 4 sur les principaux facteurs du milieu : hypsométrie, géologie-lithologie, sols, bioclimats ; un sur des statistiques agricoles et un carton des types de végétation.

Ce dernier représente les *plésioclimax*, c'est-à-dire les stades que pourrait atteindre la végétation naturelle, en dehors de toute intervention humaine, dans un temps raisonnable de l'ordre d'une centaine d'années, compte tenu des conditions écologiques actuelles et des formes les plus évoluées de la végétation, souvent relictuelles, encore présentes en chaque région. Ce carton est le seul qui introduise une hypothèse sur le dynamisme de la végétation. Sa comparaison avec la carte principale permet d'apprécier la potentialité écologique de chaque région.

La carte principale localise :

— D'une part la végétation naturelle dans son état actuel plus ou moins dégradé. Les différents types physiologiques sont représentés par des figurés différents (teinte plate pour la forêt dense, lignés pour les taillis, pointillés pour les savanes). La même couleur, représentative de la synthèse des conditions écologiques, est employée pour tous les types physiologiques de la même série de végétation.

— D'autre part les principales cultures, par des symboles colorés ayant une valeur statistique.

— Enfin les diverses interventions humaines, telles

que zones ou projets d'irrigation, plantations forestières, etc.

Une notice donnant les statistiques chiffrées, les pratiques agricoles, les listes floristiques des types de végétation naturelle, les données climatiques, géologiques, pédologiques, complète la carte. L'ensemble forme une monographie de la région étudiée qui peut servir de base à des projets d'amélioration et d'aménagement des territoires.

Depuis 1961 nous avons publié 8 cartes du Tapis Végétal de l'Inde, une carte de Ceylan, trois feuilles couvrant Madagascar. Soit 12 cartes, chacune étant accompagnée de sa notice.

RECHERCHES FONDAMENTALES.

La réalisation de ces cartes synthétiques intégrant les principaux facteurs du milieu, nécessite des prospections poussées sur le terrain, et l'utilisation de toute la documentation disponible. Mais elle suppose aussi une part de travaux de laboratoire pour l'exploitation des résultats de prospection et l'amélioration des méthodes d'analyse. Quant à la réalisation cartographique elle-même, il est bon de signaler qu'elle est poussée jusqu'au stade de l'impression que nous faisons sur une presse privée de Madras.

En plus de l'atelier de cartographie, fonctionnent maintenant des laboratoires de pédologie, de botanique, d'écologie et bioclimatologie, et de palynologie. Une équipe de six chercheurs français et indiens est assistée de quelques dessinateurs et techniciens recrutés localement.

Parallèlement à sa participation à l'œuvre commune d'établissement des cartes de végétation, chaque laboratoire poursuit des recherches fondamentales qui font l'objet de publications. Elles portent essentiellement sur des études bioclimatiques (illustrées de cartes colorées), des études de la végétation, de morphologie des pollens et d'écologie.

Nous avons entrepris depuis un an des études plus détaillées des milieux tropicaux d'altitude avec

enregistrement des valeurs des principaux facteurs. Les premiers résultats sont très encourageants. Ces travaux seront poursuivis dans différents types de formations et permettront de mieux connaître l'écologie de quelques espèces économiquement importantes.

Dans une région semi-aride du Sud de l'Inde sont également commencées des études agroécologiques.

CONCLUSION.

Débordant du cadre fixé lors de sa création, la Section Scientifique de l'Institut de Pondichéry, a peu à peu étendu ses recherches à diverses disciplines utiles à la connaissance des faits à cartographier.

Des études de ce genre n'avaient jamais été faites en Inde. Elles nous ont permis d'établir des relations étroites avec les Universités et les Services du Ministère de l'Agriculture ou de la Recherche Scientifique, et de faire ainsi connaître certains aspects de la recherche française dans un pays anglophone souvent mal informé des travaux en langue française.

Il n'est pas inutile de souligner que ces résultats sont dus en grande partie à la pérennité d'un Institut qui s'est peu à peu intégré dans la vie scientifique indienne. Avec le temps nous avons pu récolter une documentation et des collections de référence qui constituent un instrument de travail de grande valeur.

L'Institut a aussi élargi son domaine puisqu'actuellement des équipes travaillent à l'étude de la végétation de l'Afghanistan et du Cambodge. L'Afghanistan sera couvert par quatre feuilles au millionième. Les cartes du Cambodge et du Sud Vietnam sont en cours d'établissement.

Toutes ces activités liées à celles de l'Institut de la Carte Internationale du Tapis Végétal de Toulouse, forment un ensemble de recherches coordonnées sur la phytogéographie et les milieux des régions arides et tropicales.

ÉTUDES SUR LES RELATIONS SOCIALES DANS LES PEUPELEMENTS VÉGÉTAUX

Mise au point sur les travaux effectués à la Station d'Amélioration des Plantes Fourragères
(I. N. R. A.) — Lusignan (Vienne)

par P. JACQUARD

Les relations sociales se manifestant au sein de leurs peuplements déterminent la productivité de nombreux végétaux supérieurs (JACQUARD, 1968 b, 1969 a). Les travaux consacrés à ce thème de recherches, à la Station de Lusignan, comportent à la fois des aspects théoriques et appliqués (JACQUARD et col., 1967).

A. RECHERCHES FONDAMENTALES

1° MISE EN ÉVIDENCE DES EFFETS DE RELATIONS.

Ces effets (JACQUARD, 1968 a) sont caractérisés par :

- a) des déviations plastiques,
- b) une évolution du peuplement à la suite d'une lutte d'extermination.

Ils ont été notamment évalués sur différents génotypes de Luzerne dont les réactions pouvaient être individualisées (CHALBI, 1967 a), selon un dispositif comportant toutes les associations deux à deux possibles. Certains caractères (tels que les nombres de feuilles, de tiges...) révèlent des modifications importantes. Plusieurs situations peuvent se rencontrer, permettant d'envisager l'existence d'aptitudes variables à la compétition.

2° DÉFINITION DES SITUATIONS.

Les situations (compétition, coopération...) peuvent se définir à partir de leurs manifestations. Quelques exemples en ont été analysés (en particulier pour sept espèces : *Dactylis glomerata*, *Festuca elatior*, *Phleum pratense*, *Lotium italicum*, *Trifolium pratense*, *T. repens*, *Lotus corniculatus*, cultivées à deux niveaux trophiques; JACQUARD, 1969 b), du point de vue notamment de la variabilité des déformations, soit déterminées par une espèce, soit subies par elle. La signification des faits constatés a été discutée en détail et le rejet du substantif « interaction », pour désigner les relations, justifié.

Les processus d'établissement des relations n'ont pas fait l'objet d'études, mais d'un simple inventaire qui a conduit à souligner l'importance des différences de fonctionnement.

3° MÉTHODOLOGIE D'ANALYSE.

a) Modèle analogique avec le diallèle génétique.

Les effets de la compétition sont stables, quel que soit l'année ou le milieu de culture, lorsque, par exemple, des génotypes sont opposés par couples (CHALBI, 1967 b). On peut donc estimer des para-

mètres, tels que *les aptitudes de résistance à la compétition et d'agressivité*, compte tenu de problèmes soulevés notamment par l'échantillonnage. Cette étude quantitative a permis de mettre en évidence un conditionnement génétique des aptitudes.

Un autre modèle a été mis au point par GALLAIS (non publié). Appliqué à l'analyse des relations intra et interspécifiques au niveau du rendement, il conduit à estimer des paramètres voisins de ceux dérivés du modèle diallele, selon un schéma *non orthogonal*. Les relations y sont décomposées en effets d'aptitude à l'association de chaque génotype ou espèce compte-tenu de son rendement en culture pure, et en effets de résistance à l'agression et d'agressivité et de non-additivité de ces effets. La somme, pour un élément, de ces effets de résistance à l'agression et d'agressivité représente son aptitude à l'association. Comme précédemment, son utilisation fait ressortir l'aspect génétique des relations.

b) Matrices de domination.

Il semble que la notion de puissance établie à partir de ces matrices ait une valeur explicative élevée.

c) Homéostasie sociologique.

C'est la stabilité d'une espèce dans les différents « milieux » constitués par une gamme d'agresseurs.

4° ASPECTS GÉNÉTIQUES.

Il n'y a pas de commande polygénique de l'aptitude à la compétition (NGUYEN VAN, 1968). Ainsi, si à partir d'une population isogénique, on différencie physiologiquement deux clones, l'analyse de leurs relations amène aux conclusions suivantes :

a) la montaison de l'un d'eux, en s'extériorisant, crée une situation de compétition,

b) les caractères *morphophysiologiques* et l'aptitude sont liés.

La compétition intragénotypique est indépendante de l'expression de caractères; par contre, entre génotypes, les relations réciproques se manifestent en fonction des différences entre caractères.

A un autre point de vue, structure des populations et situations affrontées sont liées (DEMARLY et col., 1964) et l'aptitude à la coopération pourrait devenir un nouveau critère en sélection. Deux voies complémentaires s'offrent pour réaliser une adaptation à la croissance en peuplement dense : la définition de structures adaptées et la recherche d'associations de structures, tendant l'une et l'autre à trouver le *degré d'hétérogénéité* correspondant au meilleur rendement. C'est dans le cadre de la deuxième voie, que des expériences d'association entre génotypes de *Dactyle* ont été conduites (GALLAIS, non publié). Les structures y étaient aussi étudiées en plantes isolées. Le schéma fut appliqué, d'une part, à quatre clones, d'autre part, à sept variétés. Le clonage avait pour but d'éliminer tout effet génétique possible.

Le rendement des cultures pures est généralement égal ou supérieur aux associations, mais il existe des situations où leur rendement est supérieur au meilleur constituant. L'effet « culture pure » n'est significatif qu'en année d'installation et pour les premières coupes des autres années. Pour les autres coupes, il ne l'est pas. « L'aptitude particulière à l'association » n'est apparue significative que sur l'essai réalisé avec des variétés, en année d'installation, pour la partie du végétal normalement consommée par l'animal. Ce rendement agronomique des associations n'est donc explicable que par des caractéristiques générales.

La décomposition en effets de résistance à l'agression (ou productivité) et d'agressivité permet l'étude du comportement des génotypes. On peut concevoir que certains aient un effet stimulant tout en étant stimulés (très résistants à l'agression). Les effets varient d'une coupe à l'autre et il apparaît difficile de trouver des caractéristiques qui leur soient liées. Cependant, tous les génotypes agressifs ont des caractères communs; mais la résistance à l'agression n'a pu être reliée à aucune caractéristique, elle est

notamment sans liaison avec le rapport

$$\frac{\text{plante isolée}}{\text{culture dense}}$$

Un modèle expérimental permettant de séparer les effets densité et relations est donc nécessaire.

La liaison assez intense entre résistance à l'agression et agressivité rend difficile l'amélioration. *L'aptitude particulière semble rare* (plus que l'aptitude particulière à la combinaison en génétique) et mal expliquée pour être utilisable : la recherche des composantes se poursuit.

B. RELATIONS INTRASPÉCIFIQUES

La compétition provoque donc des modifications plastiques et des actions réciproques (GUY, 1965) : les effets du peuplement s'extériorisent surtout sous forme de mortalité. L'existence de différents stades critiques aux différentes étapes de la vie rend complexe l'analyse. Les aptitudes n'ont une signification qu'à un instant donné, ou pour un caractère défini : en fait, elles sont sous la dépendance de nombreuses variables. Les liaisons entre rendements en plantes isolées et en peuplements denses (la comparaison de ces deux rendements est, en effet, un point capital) ont été étudiées : chez le Dactyle, le rendement en gazon semble pouvoir toujours s'expliquer par des composantes mesurables en plantes isolées.

1° RELATIONS DE COMPÉTITION CHEZ LA LUZERNE (*Medicago sativa*) (GUY, 1965).

Dans un premier temps, les facteurs en jeu ont été mis en évidence (DEMARLY et col., 1964). Un dispositif permettant l'étude de la compétition entre génotypes ayant été mis au point (MOKHTARZADEH, 1964), il conduisit à mettre en évidence l'action de la dimension des grains, et la supériorité constante

de certaines populations « naturelles ». Plusieurs points apparaissent donc importants à connaître (peuplement, morphologie, rendement, variabilité).

a) Evolution du peuplement.

Plusieurs études ont été réalisées en essais de plein champ (BESSAC, 1967; JACQUARD, 1968 a), parallèlement à des travaux sur d'autres espèces. Après que le nombre de plantes viables ait atteint un maximum, une élimination se produit. Le nombre de survivants, au stade cotylédonnaire, diminue brutalement (GUY, 1965), en fonction de la densité au mètre linéaire; ultérieurement, la compétition se manifeste à l'unité de surface. Le taux d'élimination est variable. L'influence du mode d'implantation peut persister longtemps (BERTIN et col., 1968). Au cours de l'élimination, une sélection se produit.

b) Morphologie et aspects qualitatifs.

La compétition modifie la plante : le rapport pondéral entre une plante isolée et une en parcelle est de 100. Cependant, des parcelles semées à la volée ou en lignes à 40 cm, ou bien établies avec 4 à 30 kg/ha de graines ne peuvent se distinguer, sinon en période sèche. Pourtant, la densité agit sur le couvert (hauteur des plantes les plus fortes) et si on regarde de plus près, de nombreux individus sont affaiblis. L'effet de la densité sur la grosseur des tiges (DEMARLY, 1964; BESSAC, 1967) ne joue que dans une certaine gamme, celle des fortes valeurs. Le nombre de tiges par plante augmente avec l'espacement. Ces différences n'entraînent pas de variation du rapport feuille-tige ou de la composition (BESSAC, 1967).

c) Rendement.

On peut dire que le rendement est indépendant du peuplement dans une gamme importante de ce dernier (DEMARLY, 1964; JACQUARD et col., 1967). Cependant, il diminue dès que les effectifs sont faibles (DEMARLY, 1964; BESSAC, 1967; JACQUARD et

col., 1967; BERTIN et col., 1968). Ce rendement peut varier entre génotypes (GUY, 1967; BESSAC, 1967; JACQUARD, 1968b; GUY, 1969).

d) Variabilité.

Le coefficient de variation du poids est de 35 % pour des plantes isolées, alors qu'il atteint 120 % en culture dense. On a constaté que la quantité de feuilles par contre est stable. Celle des tiges est plus variable sous l'effet du génotype ou du milieu. Cependant, on peut dire que la production dépend d'autant plus du milieu que la compétition est forte; lors de cette augmentation de « pression », la variabilité des ensembles d'individus s'écrase (JACQUARD et HANAN, 1969).

2° EFFET DE LA COMPÉTITION SUR LA PRÉCOCITÉ.

Une *hétérogénéité* pourrait conduire à une *meilleure utilisation du milieu*, en particulier à un rendement plus élevé : un ensemble de génotypes extérioriserait alors une *situation de coopération*. Ceci remet en question la recherche de « l'homogénéité de précocité » d'une variété. Aussi le protocole d'une étude sur Dactyle a-t-il été conçu de façon à répondre à deux questions (GALLAIS et BERTHOLLEAU, non publié) : possibilité de coopération, maintien de l'hétérogénéité. Deux variétés (précoce et tardive) ont été installées en mélanges, à différentes proportions, exploitées à un rythme précoce, tardif ou intermédiaire. Ses conclusions ont trait :

a) à la date d'épiaison; l'effet de la densité sur celle des cultures pures est significatif. L'épiaison des mélanges est conforme au comportement calculé sur la base des pures. L'association 75 % précoce + 25 % tardif est supérieure aux cultures pures : le précoce a été stimulé par la présence du tardif. Le rythme d'exploitation perturbe l'équilibre. Le tardif a été favorisé et le précoce défavorisé; mais le tardif a été d'autant plus favorisé qu'il était en plus faible

proportion. La possibilité de donner des tiges détermine le potentiel de compétition.

b) au rendement; pour le rendement total, l'association 50-50, au rythme précoce, vient après le rendement du précoce au rythme tardif. Pour le rendement en matière sèche digestible, cette association figure parmi les meilleures. Des évolutions des associations ont été observées, pouvant être reliées à la composition du peuplement de talles.

Il est possible d'aboutir à une *coopération des génotypes* par une meilleure utilisation du milieu. Il s'agit dans ce cas d'une interaction « association $\times$ exploitation ». La *stabilité* des mélanges de deux variétés de Dactyle de précocités extrêmes peut permettre leur utilisation.

Chez le Ray-grass anglais, l'épiaison dépend aussi de la compétition (MANSAT et RÉNÉ, non publié). Un mélange de génotypes y semble permettre un rendement élevé.

C. RELATIONS INTERSPÉCIFIQUES

Elles ont été analysées pour les associations de graminée et de légumineuse : les rôles de l'azote et de l'exploitation étant mis en valeur (JACQUARD, 1965 a et b). Le comportement de deux variétés de Luzerne et de Dactyle a été étudié (JACQUARD, GALLAIS et BESSAC, non publié). Le rendement total en matière sèche fait ressortir que :

1) les exploitations au rythme « Luzerne » sont supérieures à celles au rythme « Graminée ».

2) au rythme « Luzerne », les associations ont tendance à produire plus.

Une expérimentation a été mise en place en 1966, sur une formation herbacée (JACQUARD et col., 1968) dont les conclusions sont les suivantes :

1) des coupes échelonnées permettent de bien exprimer le rendement;

2) les courbes de croissance culturale donnent un moyen de préciser l'action de traitements.

Une analyse des relations dans une prairie peut alors être engagée. Une telle étude écologique est en cours (GALLAIS, non publié) sur, d'une part, Ray-grass anglais, *Agrostis tenuis*, Trèfle blanc, Renoncule, d'autre part, Ray-grass anglais, Dactyle, Houleque laineuse, Pâturin des prés. Plusieurs exploitations ont été réalisées et les différents effets (productivité en pure, résistance à l'agression, agressivité) dégagés. Les performances en pure ont permis à toutes les coupes de prévoir le comportement des associations. Les espèces productives étaient favorisées en association (avec Renoncule). Trèfle blanc et Renoncule se sont comportés identiquement. L'association Ray-grass - *Agrostis* a évolué vers l'élimination du premier et serait donc instable. Parmi les associations stables, on peut citer *Agrostis* - Trèfle. Les espèces se sont classées en : productives, favorisées en association et agressives (ex : Houleque) et peu productives et stimulantes (ex : Pâturin).

Ces résultats reflètent les observations « in situ » dans la prairie. Cette étude est poursuivie.

D. CONCLUSIONS

Des directions de travail ont pu être dégagées :

1° *Comparaison des aptitudes au niveau intraspécifique*; études des relations dans les prairies;

2° *Détermination des modèles permettant de décrire l'ensemble des relations.*

Les implications des relations sont importantes, car le fait primordial pour les organismes en situation de rencontre est la nature de leurs influences réciproques.

Après l'utilisation, dans un premier temps, de la notion de « déformation », celle, dans une seconde phase, du rapport des « déformations », réduit le nombre de situations à décrire. Les aspects continents peuvent alors être négligés. La méthodologie

qui en découle peut être appliquée non seulement aux communautés végétales, mais à toutes communautés.

La discipline synthétique que constitue la « génétique écologique » (JACQUARD, 1968c) a précisément pour objet d'étude ces recherches.

BIBLIOGRAPHIE

- BERTIN (G.), GUY (P.) et HUGUET (L.), 1968. — Culture et utilisation de la Luzerne. *Rev. Agric. France*, 72, 7-15.
- BESSAC (J.P.), 1967. — Influence de la densité et de l'écartement sur quelques caractéristiques quantitatives et qualitatives de la Luzerne. *Fourrages*, 30, 13-21.
- CHALBI (N.), 1967 a. — La compétition entre génotypes et ses effets sur les caractères quantitatifs de la Luzerne. *Ann. Amélior. Plantes*, 17 (1), 67-82.
- CHALBI (N.), 1967 b. — Biométrie et analyse quantitative de la compétition entre génotypes chez la Luzerne. *Ann. Amélior. Plantes*, 17 (2), 119-158.
- DEMARELY (Y.), GUY (P.) et CHESNEAUX (M.T.), 1964. — Analyses préliminaires de la compétition chez les Luzernes. *Ann. Amélior. Plantes*, 14 (2), 131-155.
- GUY (P.), 1969. — La compétition intraspécifique chez les plantes fourragères. *Fourrages*, 22, 12-27.
- GUY (P.), 1967. — La production de Luzerne et de Trèfle violet en culture pure ou associée. *Journées inf. I.T.C.F.*, 17-22.
- GUY (P.), 1969. — Relations between quality and yield in Luzerne. Groupe Travail « Plantes fourragères », *Eucarpia*.
- JACQUARD (P.), 1965a. — Méthodes d'analyses de la végétation en peuplements artificiels. C.E.P.E. Séminaire formations herbacées, Cantal, 93-97.
- JACQUARD (P.), 1956b. — Study of the biological interferences in forage mixtures. *Proc. IXth Grassld Cong.*, 349-355.
- JACQUARD (P.), 1968a. — Manifestation et nature des relations sociales chez les végétaux supérieurs. *Ecol. Plant.*, 3, 137-168.
- JACQUARD (P.), 1968b. — Etude des relations sociales dans les peuplements végétaux : cas particulier de quelques graminées et légumineuses pluriannuelles. *Thèse Doc. Etat*, Fac. Sciences, Montpellier, 173 p.
- JACQUARD (P.), 1968c. — Génétique et écologie. 2^e *Thèse Doc. Etat*, 18 p.
- JACQUARD (P.), 1969a. — Mise à jour bibliographique : les relations sociales dans les peuplements de végétaux supérieurs. 11 p. (ronéo).

- JACQUARD (P.), 1969b. — Study of social relations between seven forage species at two trophic levels *XIth Int. Grassld. Congr.*, Surfers Paradise, Australie.
- JACQUARD (P.), DAGET (P.), POISSONET (J.) et LAROCHE (C.), 1968. — Expression de l'évolution du potentiel de production et de la composition botanique d'une formation herbacée dense. *Proc. Symp. Hill Land Productivity*, European Grassland Federation, 96-108 et C.E.P.E., Doc. n° 47, 22 p.
- JACQUARD (P.), GUY (P.) et GENIER (G.), 1967. — Les interférences biologiques chez la Luzerne. *Symp. Prod. Util. Luzerne*, Acta Univ. Agri. Brno, 23-33.
- JACQUARD (P.) et HANAN (A.), 1969. — Variabilité du comportement en compétition de 14 « génotypes » de Luzerne (en cours de rédaction).
- MOKHTARZADEH (A.), 1964. — Etude de dispositifs permettant l'étude de la compétition entre génotypes différents chez les végétaux supérieurs. 2^e *Thèse Doct. Univ.* (mention Sciences), Univ. Paris, ronéo, 20 p.
- NGUYEN VAN, 1968. — L'effet de l'extériorisation de la précocité de montaison, induite par la vernalisation, sur la capacité de compétition. *Ann. Amélior. Plantes*, 18, 4, 391-403.

RECENSEMENT DES LABORATOIRES DE TERRAIN

Dans le cadre du Programme Biologique International et du développement de l'écologie en France, la Section de Biologie Animale du Centre National de la Recherche Scientifique avait demandé, voici plus d'un an, au secrétaire général, de recenser toutes les stations de terrain existant en France.

Un questionnaire a été envoyé. Ceux des Collègues qui n'y auraient pas répondu sont priés de se mettre en rapport avec le secrétaire général.

Il a été entendu que ce recensement serait publié par le Bureau des Relations Extérieures du C.N.R.S., en accord avec la Société d'Ecologie. Il est souhaitable qu'il puisse être mis en fabrication en janvier 1970.

Il faudrait donc que les renseignements complémentaires parviennent au secrétaire général dans le courant du mois de décembre. Le secrétaire général fournira par retour du courrier les éléments du dossier à constituer.

ACTIVITÉ DE LA SECTION DE BIOLOGIE DES SOLS CENTRE DE PÉDOLOGIE BIOLOGIQUE DU C.N.R.S., NANCY

par Y. DOMMERGUES

*Maître de recherche au C.N.R.S.
Inspecteur général à F.O.R.S.T.O.M.*

Les recherches sont essentiellement orientées vers l'étude de certains aspects des deux formes d'interactions les plus importantes entre la végétation et la microflore tellurique : ce sont les interactions que l'on désigne sous les expressions d'effet litière et d'effet rhizosphère.

1. PHÉNOMÈNE DE STABILISATION DE LA MATIÈRE ORGANIQUE PAR EFFET LITIÈRE (étude conduite dans le cadre de la Recherche coopérative sur programme n° 40).

La stabilisation remarquable de la matière organique fraîche(ou ralentissement de sa biodégradation dans le sol) qui se manifeste sous certaines formations végétales, notamment forêts de conifères ou formations caducifoliées se développant dans des conditions édaphiques particulières, peut s'expliquer soit par l'intervention de processus chimiques de protection des constituants des litières (par exemple protection des protéines à la suite du tannage par les polyphénols), soit par l'inhibition directe des micro-organismes ou des enzymes telluriques par des substances antimicrobiennes d'origine végétale ou microbienne. C'est ce processus d'inhibition qui fait actuellement l'objet de recherches au Centre de Pédo-logie de Nancy, où l'on s'attache plus particulièrement à mettre en évidence le rôle *in situ* des subs-

tances antimicrobiennes dont l'existence a été montrée *in vitro*.

2. SULFATO-RÉDUCTION ET FIXATION D'AZOTE RHIZOSPHÉRIQUE DANS LES SOLS SALINS.

Dans les sols salins de zone aride, l'activité microbienne est presque exclusivement localisée à la rhizosphère. Dans le cas de la plante étudiée — mais — l'on observe, au niveau des racines, non seulement une multiplication préférentielle des bactéries sulfato-réductrices et fixatrices d'azote, mais aussi une stimulation considérable de leur activité mesurée par la production de sulfures ou la réduction de l'acétylène. Des expériences sont en cours pour déterminer les conséquences, pour le végétal, de ces activités microbiennes particulières dans la rhizosphère. La stimulation anormale de la sulfato-réduction pourrait expliquer le dépérissement parfois spectaculaire de certaines cultures observé *in situ*, lorsque les conditions édaphiques sont favorables aux micro-organismes responsables. Les conséquences de la stimulation de la microflore libre fixatrice d'azote n'ont pas encore été élucidées.

Les premiers résultats de ces études font l'objet de publications en cours d'impression dans *Ecologia Plantarum* et dans la *Revue d'Ecologie et de Biologie du Sol*.

CONTRIBUTION DE LA RECHERCHE COOPÉRATIVE SUR PROGRAMME (R.C.P. 40) AU DÉVELOPPEMENT DE L'ÉCOLOGIE DU SOL

par Cl. DELAMARE DEBOUTTEVILLE

Professeur au Muséum

En 1963, le Centre National de la Recherche Scientifique mettait en application l'idée de recherches coopératives sur programme (R.C.P.) qu'il avait lancée un an auparavant. Tous les domaines de la recherche scientifique française étaient intéressés; il y était prévu que les sujets de recherches seraient abordés soit par une discipline, soit par un ensemble de disciplines connexes et que les problèmes y seraient traités par des groupes de travail réunissant des spécialistes de différentes branches, appartenant aux laboratoires de l'Enseignement Supérieur, du C.N.R.S. ou de n'importe quel organisme de recherches.

La R.C.P. 40, ayant pour thème l'écologie du sol, réunit quatre grandes disciplines fondamentales: Pédologie, Microbiologie, Botanique et Zoologie; elle concerne plusieurs laboratoires: le Centre de Pédologie de Nancy, le Centre d'études phytosociologiques et écologiques de Montpellier; les Instituts botaniques de Nancy, Grenoble, le laboratoire de physiologie végétale d'Orsay, les laboratoires centraux de l'O.R.S.T.O.M. à Bondy, le laboratoire d'écologie générale du Muséum National à Brunoy et le laboratoire de faune du sol de l'I.N.R.A. à Dijon.

Le but de la R.C.P. 40 est ambitieux: définir le milieu édaphique tant du point de vue de l'environnement abiotique (microclimat, physique et chimie du sol) que des communautés animales, végétales et microbiennes. Les équipes de recherches, énumérées plus haut, ont pu atteindre cet objectif, en groupant

et coordonnant leurs efforts sur des biotopes naturels choisis en commun.

La R.C.P. 40 a donc permis à chaque secteur de recherches d'élargir son champ d'investigation et de confronter dans une même étude ses résultats avec ceux des disciplines voisines. Cet élargissement du programme scientifique aura certainement contribué à la révision des conceptions intellectuelles de chacun des groupes de travail; ces nouvelles conceptions s'inscrivent désormais dans un cadre plus vaste, celui du milieu édaphique tout entier.

L'action concertée de quatre disciplines scientifiques sur les mêmes lieux d'études est un essai sans précédent à l'échelle nationale. Le terme final de cette entreprise sera la confrontation générale de toutes les données recueillies, qu'elles soient qualitatives ou quantitatives.

Les stations prospectées par la R.C.P. 40 ont été choisies en fonction de leurs caractéristiques pédologiques et couvrent l'ensemble de la classification des sols, qui tient compte de la roche-mère, du climat, du temps (degrés d'évolution), de la végétation et de la situation topographique.

Six biotopes ont été retenus: 1°) RÉGION PARISIENNE: FORÊT DE SÉNART, sol faiblement podzolé sur limons des plateaux avec nappe phréatique proche de la surface (30 cm); parcelle horizontale; altitude 80 m; flore: *Quercus sessiliflora*, *Molinia caerulea*, *Deschampsia caespitosa*, *Convallaria maia-*

lis, *Calluna vulgaris*. 2°) RÉGION DE NANCY; FORÊT DE LA SIVRITÉ sur sol brun lessivé à mull mésotrophe, terra fusca sur calcaire bajocien; deux parcelles horizontales; altitude 375 m; flore : a) première parcelle : *Carpinus betulus*, *Betula alba*, *Hedera helix*, *Lamium galeobdolon*, b) deuxième parcelle : *Picea excelsa*, *Hedera helix*. 3°) RÉGION DE NANCY; FORÊT DE BELLEFONTAINE, rendzine forestière sur colluvium caillouteux bajocien et terra fusca; versant sud (pente 25 %); altitude 260 m; flore : *Fagus silvatica*, *Mercurialis perennis*, *Paris quadrifolia*, *Asperula odorata*. 4°) MASSIF VOSGIEN À TAINTRUX, podzol humo-ferrugineux sur grès vosgiens; versant WSW (pente 30 %); altitude 700 m; flore : *Pinus silvestris*, *Calluna vulgaris*, *Vaccinium myrtillus*, *Pteris aquilina*. 5°) MASSIF ALPIN DU VERCORS À CORRENÇON, lithosol à humus brut sur calcaires urgonien, versant NW (pente 40 à 50 %); altitude 1 850 m; flore : *Pinus montana uncinata*, *Rhododendron ferrugineum*, *Empetrum nigrum*, *Vaccinium uliginosum*, *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium*, *vitis-idaea*. 6°) RÉGION DE MONTPELLIER, BOIS DE LA MADELEINE ET DU ROUQUET, sol brun méditerranéen à mull sur colluvium miocène; parcelle horizontale; altitude 10 m; flore : *Quercus ilex*, *Pinus halepensis*, *Laurus nobilis*, *Hedera helix*, *Euphorbia characias*.

La R.C.P. 40 s'est fixée comme premier but la connaissance des variations saisonnières de toutes les composantes connues de l'écosystème; c'est en fait une étude grossière mais nécessaire pour aboutir ensuite à la détermination précise des mécanismes antagonistes et synergiques. Le premier objectif n'a pu être atteint qu'en limitant le plus grand nombre de variables superflues. Précisons aussi que les techniques d'échantillonnage se rendent indépendantes de ces variables et permettent au spécialiste d'obtenir une bonne estimation des populations vivant sur la station.

Chaque station a été étudiée de la même façon; les laboratoires se partageaient les tâches communes et procédaient aux analyses de leur compétence en recevant les échantillons des stations qui n'étaient pas sous leur surveillance.

— *Climatologie* : indépendamment des postes de

la météorologie nationale qui fournissent les renseignements concernant le macroclimat, chaque station possédait un poste d'observation météorologique classique (thermohygrographe enregistreur sous abri à claire-voie à 1,50 m du sol), un triple thermographe à distance, enregistrant la température à trois niveaux dans le sol (surface, — 5 et — 10 cm) et un ou plusieurs pluviomètres. Les stations Forêt de Sénart et Corrençon ont disposé d'une balance d'évaporation et de sondes Bouyoucos pour la teneur en eau du sol.

En même temps que s'effectuaient les prélèvements par sonde pour l'échantillonnage de la microfaune, des mesures de teneur en eau à 3 niveaux (litère 0 — 5 et 5 — 10 cm) ont été prises sur 18 échantillons de 100 cc. par la méthode gravimétrique.

— *Pédologie* : Caractérisation complète des profils (granulométrie, porosité, carbone, azote total, rapport C/N, pH, pF). — Variations saisonnières des éléments minéraux, du dégagement de CO₂ (*in situ* et au laboratoire), des courbes de pF — Evolution de structures — Mesures microlysimétriques — Contrôle de la zone de battement de la nappe phréatique dans les piézomètres (Forêt de Sénart) — Caractéristiques hydrodynamiques et thermiques des sols (La Madeleine, Le Rouquet, Forêt de Sénart).

— *Microbiologie* : Au cours des cycles annuels, à raison de 6 ou 3 échantillonnages, numération de la microflore totale, présence d'Azotobacter et de cellulolytiques aérobies, enzymes telluriques, acides aminés, glucides libres, acides organiques, métabolisme (synthèse et dégradation des grosses molécules humiques), distribution verticale des microorganismes. Etude parallèle sur les Actinomycètes, les champignons cellulolytiques et lignivores par la méthode des pièges. Dénombrement des Dermatophytes.

— *Botanique* : Etudes phytosociologiques complètes sur les six stations — Récoltes mensuelles de la litière fraîche sur des récepteurs de 1 m².

— *Zoologie* : Echantillonnages mensuels ou bimestriels des Arthropodes, à 3 niveaux (litère 0 — 5 et 5 — 10 cm) comprenant 6 prélèvements casualisés dans chaque horizon. Evaluation semestrielle de la biomasse des Oligochètes terricoles sur 4 carrés casualisés de 0,5 m² de surface.

Les manipulations sur le champ sont pour la plupart terminées; celles qui se poursuivent, intéressent plus particulièrement les stations des régions de Paris et de Montpellier (études simultanées des populations de Thécamoebiens, de Nématodes, d'Aca-riens et de Collemboles. Cycles des éléments minéraux; analyses microbiologiques et dosages des acides aminés et des glucoses libres). Ces dernières études connaîtront leur dénouement dans le cadre du Programme Biologique International (P.B.I.) qui prolongera l'action de la R.C.P. 40 jusqu'en 1972. Les observations de terrain seront complétées par des recherches en laboratoire qui, pour le zoologiste, seront représentées principalement par des analyses d'ordre biologique et physiologique.

Au stade actuel de son développement, la R.C.P. 40 dépouille et comptabilise les résultats. Une centaine d'articles et de mises au point ont déjà été publiés dans diverses revues spécialisées. La liste de ces premiers documents figure dans le premier volume que les Editions du Centre National de la Recherche Scientifique sont sur le point de faire paraître sous le titre général « Ecologie du Sol ».

Ce volume comportera environ 300 pages avec de nombreuses illustrations; son contenu est le suivant :

- La Recherche Coopérationnelle sur Programme en Ecologie du Sol (R.C.P. 40), ses motivations et ses objectifs (1 figure);

- Commission permanente de la R.C.P. 40;
- Participants au programme R.C.P. 40;
- Publications préliminaires ou définitives dans le cadre de la R.C.P. 40 ayant paru dans diverses revues;
- Réactions des Microarthropodes aux variations de l'état hydrique du sol (65 figures et 37 tableaux);
- Techniques relatives à l'extraction des Arthropodes du sol (28 figures).

D'autres volumes sont en préparation; le prochain traitera essentiellement des caractéristiques hydrodynamiques et du cycle des éléments minéraux dans les principales stations R.C.P. 40. Un volume sera consacré aux analyses qualitatives et quantitatives de faune du sol. Un autre traitera de l'activité microbienne et fongique dans les six stations choisies. Enfin, le dernier volume confrontera l'ensemble des résultats acquis et soulignera les antagonismes et les synergies qui définissent l'écosystème édaphique.

En outre, le laboratoire d'Ecologie générale du Muséum National est le producteur d'un film en couleurs et sonore intitulé « La vie animale dans le sol ». Ce court métrage (26 minutes) est à la disposition des personnes intéressées qui en feront la demande auprès du service du Cinéma Scientifique à Paris (Bd Raspail).

LA STATION DE ZOOLOGIE ET DE LUTTE BIOLOGIQUE C.R.A. DE PROVENCE ANTIBES (ALPES-MARITIMES)

par P. JOURDHEUIL

La Station de Zoologie et de Lutte Biologique a remplacé en 1928, l'insectarium créé à Menton, en 1917, par le Professeur MARCHAL, comme annexe de la Station Entomologique de l'I.N.A. à Paris.

Les recherches entreprises dans la région ont été dès le départ orientées vers la Lutte Biologique, c'est-à-dire l'utilisation des ennemis naturels des insectes ravageurs des cultures. Les premiers travaux ont notamment permis la multiplication et l'acclimatation en France de deux Coccinelles prédatrices, *Novius cardinalis*, ennemi de la Cochenille australienne *Icerya purchasi* ainsi que *Cryptolaemus montrouzieri* pour lutter contre les Cochenilles du genre *Pseudococcus*. Le laboratoire a également contribué à l'introduction d'*Aphelinus mali*, Hyménoptère parasite du Puceron lanigère.

A. ORGANISATION DU SERVICE

1. LES MISSIONS.

Actuellement, la Station est responsable sur le plan national des études concernant l'utilisation des insectes entomophages. Sa mission consiste non seulement à tenter l'introduction et l'acclimatation d'espèces utiles d'origine étrangère mais également à assurer la protection et la multiplication des ennemis natu-

rels indigènes. Ses interventions doivent de plus en plus nécessairement s'harmoniser avec d'autres méthodes de lutte, de façon à envisager une limitation efficace de l'ensemble de l'Arthropodofaune nuisible à une production végétale déterminée (lutte intégrée) sans effets secondaires préjudiciables.

L'activité de la Station déborde maintenant le cadre métropolitain et, par l'intermédiaire des organisations internationales (O.I.L.B., F.A.O., ...) ou d'accords de coopération technique, plusieurs chercheurs apportent leur concours à la coordination ou à la réalisation de programmes intéressant l'Europe Occidentale, le Bassin Méditerranéen ou l'Afrique francophone (acclimatation du Chalcidien *Prospaltella perniciosi* en vue de la lutte contre le Pou de San José, lutte intégrée contre les Insectes de l'Olivier, lutte biologique contre les Cochenilles de l'Oranger au Maroc, acclimatation de Coccinelles prédatrices de la Cochenille du Palmier-dattier en Mauritanie et au Maroc...).

Les différentes méthodes biologiques de lutte existent, dans tous les cas, une connaissance approfondie des insectes à combattre aussi bien que des parasites et des prédateurs à utiliser. Elles ne peuvent être mises en œuvre qu'après avoir résolu de nombreux problèmes fondamentaux relatifs au potentiel biotique, à la dynamique des populations, à la spécificité alimentaire, aux besoins physiologiques et éthologiques de la reproduction et du développement, à la coïncidence spatio-temporelle entre consommateur et

consommé. Ces études de base constituent l'essentiel des préoccupations des chercheurs du service.

En dehors de son activité de recherches, la Station joue un rôle de plus en plus important dans la formation technique ou scientifique de spécialistes français ou étrangers en matière de lutte biologique.

2. SES MOYENS.

Devant les inconvénients résultant d'une utilisation de plus en plus intensive des pesticides chimiques (apparition de lignées d'insectes résistants aux insecticides, déséquilibres fauniques, toxicité pour les utilisateurs, pollution des denrées consommables et de l'ensemble de la biosphère), les moyens mis à la disposition de ce service, qui étaient restés longtemps dérisoires, ont été à partir de 1954 en progression constante, tout d'abord à l'initiative exclusive de l'I.N.R.A., puis avec l'aide de la D.G.R.S.T. La création à partir de la même époque de l'Organisation Internationale de Lutte Biologique (O.I.L.B.) a grandement facilité l'instauration d'une coopération internationale absolument indispensable au développement de tels travaux, notamment aux échanges de matériel vivant. Mais c'est surtout à l'activité inlassable de l'ancien directeur de ce Service, M. BILLOTTI, actuellement Chef du Département de Zoologie à l'I.N.R.A., que nous sommes redevables d'une grande partie des réalisations actuelles.

A la station du Cap qui groupe, sur un terrain de 8 000 m², l'essentiel des laboratoires de recherches a été adjoint, en 1954, un terrain de 8 ha contigu à la forêt de Valbonne et situé à une quinzaine de kilomètres d'Antibes. Sur ce domaine boisé sont implantés, actuellement, les services de quarantaine, de multiplication et de conservation des souches d'entomophages, un local d'accueil pour les stagiaires ainsi que diverses collections botaniques de référence (Rosacées, Agrumes, Oliviers, etc...).

L'effectif permanent du service est composé d'une cinquantaine de personnes dont 12 scientifiques et 5 techniciens supérieurs. Tous ont une formation principalement écologique et leur spécialisation se

situe plutôt au niveau des groupes systématiques étudiés :

— *Biocénose des Coléoptères* : P. JOURDHEUIL (D.R.) et M. BERTRAN (T.S.) avec la collaboration de M. LAUMOND, du laboratoire I.N.R.A. de Nématologie, pour les Nématodes entomoparasites.

— *Cochenilles et leurs parasites spécifiques (Chalcidoidea)*.

Diaespines : C. BÉNASSY (M.R.) et H. BIANCHI (T.S.);

Pseudococcines : A. PANIS (A.).

— *Psylles et Aleurodes* : J.C. ONILLON (A.).

— *Rapports Fourmis-Homoptères* : A. BENOIS (A.).

— *Prédateurs d'Homoptères*.

Coccinelles : G. IPERTI (C.R.);

Syrphes : J.P. LYON (C.R.).

— *Biocénose de l'Olivier*.

Mouche de l'Olive : P. DELANOUÉ (D.A.);

Teigne de l'Olivier : Y. ARAMBOURG (M.R.).

— *Ecologie de la Processionnaire du Pin*.

Etude de l'hôte et des parasites aériens : G. DEMOLIN (C.R.) et R. HAM (T.S.);

Parasites des stades souterrains : P. DU MERLE (C.R.).

— *Expérimentation agrumicole (Domaine I.N.R.A.-I.F.A.C. de San Guiliano, Corse)* : P. BRUN (T.S.).

— M. FERRAN (A.C.S.) est actuellement détaché aux Antilles pour une étude sur la biocénose des Cochenilles.

Le Service possède une très riche bibliothèque sur les entomophages ainsi qu'un service de documentation dirigé par R. RITTER (T.S.). Il vient de mettre en place également une unité de quarantaine permettant l'introduction, dans les conditions de sécurité requises, de matériel vivant étranger ainsi qu'une unité de faunistique qui doit faciliter notre tâche permanente de recensement des espèces utiles ainsi que les liaisons avec les services de détermination.

B. THÈMES DE RECHERCHES

1. RECHERCHES SUR LES AGROBIOCÉNOSES.

La nécessité biologique et économique d'une limitation et d'un choix rationnel des méthodes de protection à appliquer sur une production végétale déterminée implique, en particulier, une connaissance précise des mécanismes naturels de limitation des pullulations et de l'action des différents facteurs biotiques et abiotiques sur l'ensemble de l'écosystème dont cette plante fait partie. Pour atteindre un tel objectif, il est indispensable de développer les recherches d'écologie quantitative auxquelles doivent coopérer, de plus en plus étroitement, un éventail de spécialistes aussi large que possible.

C'est dans ce but que se sont déjà constituées, avec le concours de chercheurs d'autres laboratoires de l'I.N.R.A. ainsi que de laboratoires étrangers, trois équipes de travail (Processionnaire du Pin, Biocénose des Agrumes, Biocénose de l'Olivier) et qu'une quatrième équipe s'intéresse aux cultures sous verre devrait voir le jour incessamment.

Leur travail a essentiellement pour but d'enregistrer de façon aussi précise que possible les fluctuations numériques des populations, l'importance relative des différents facteurs de mortalité, soit dans des peuplements normaux avec éventuellement un enrichissement ou un appauvrissement en certains constituants essentiels de la biocénose, soit sur des végétaux isolés sous cage.

Par suite de la nécessité d'avoir des biotopes écologiquement intéressants, non soumis à des interventions humaines intempestives et permettant l'installation en toute sécurité d'un matériel de piégeage et d'enregistrement, les implantations sont assez dispersées et souvent éloignées des laboratoires : St-Laurent-du-Var et Domaine I.N.R.A. de San Giuliano (Corse) pour les Agrumes; Iles St-Honorat pour les

Oliviers; Laboratoire de campagne de Malaucène-Mont Ventoux pour la Processionnaire.

La réalisation d'un tel travail, bien qu'elle soit volontairement circonscrite à une aire relativement limitée, pose de nombreux problèmes qui ne sont que partiellement résolus en raison notamment du fait qu'un minimum de quatre composants (climat, végétal, insecte phytophage, ennemi naturel) évoluent de façon permanente et largement indépendante.

Le premier écueil tient à la méconnaissance de la biologie et de la phénologie du végétal ainsi qu'à la difficulté d'apprécier quantitativement ses différentes productions (feuilles, fruits, fleurs...). Ensuite l'extrême diversité microclimatique caractérisant un espace aussi limité qu'une frondaison est difficile à appréhender, soit en raison de l'importance des appareillages qu'il faudrait mettre en œuvre, soit en raison de l'absence de matériel adapté. La représentativité de l'échantillonnage est conditionnée par une connaissance très approfondie des caractères biologiques et éthologiques de l'organisme étudié, sa distribution spatio-temporelle pouvant notamment varier dans des proportions considérables en fonction des conditions climatiques locales et annuelles. Par ailleurs, la récolte d'un matériel souvent très diversifié pose des problèmes d'identification que la désaffection universelle pour la systématique risque de rendre insolubles. Enfin ce genre d'études aboutit généralement à une accumulation impressionnante de données chiffrées qui nécessitent une analyse biométrique rapide et souvent complexe. Actuellement, le concours efficace de la Station de biométrie du C.N.R.F. de Nancy a permis de faire face aux besoins immédiats mais ce service arrive à saturation.

2. RECHERCHES D'AUTÉCOLOGIE.

Afin de parfaire et de compléter les études d'écologie quantitative (amélioration des techniques d'échantillonnage, analyse de certaines interactions écologiques), de mettre au point des méthodes de

production de masse des insectes utiles et de définir les conditions optimales d'utilisation ou de protection des entomophages, il convient d'approfondir les caractères biologiques, éthologiques et physiologiques des espèces en cause. Une attention spéciale doit être accordée aux facteurs et aux mécanismes modificateurs de l'expression du potentiel biotique tant chez les insectes phytophages que chez les insectes entomophages.

La *coïncidence chronologique* entre le consommateur et le consommé fait l'objet de nombreux travaux qui ont trait soit à l'influence des facteurs climatiques sur le développement, la reproduction ou la survie des antagonistes (notamment induction et élimination de la diapause), soit aux ajustements physiologiques entre la croissance de l'hôte et celle des parasites.

La *coïncidence spatiale* est abordée sous l'angle de la stratification verticale (Coccinelles), de la répartition sur la frondaison en fonction de l'exposition (Cochenilles, Processionnaires), de l'aptitude à la dispersion (*Trypetidae*, Processionnaires, Hyménoptères adultes), des modalités et de l'amplitude des phénomènes migratoires (Coccinellides, Syrphides...); une étude systématique des déplacements de Syrphides et Noctuides dans le massif alpin est actuellement entreprise en collaboration avec la station I.N.R.A. d'Avignon et le Muséum d'Histoire Naturelle de Lausanne.

Les problèmes posés par la *découverte et la prise de possession* de l'aliment (végétal, insecte, hôte ou proie) ont conduit soit à la description de comportements complexes et originaux, soit à des essais d'analyse séquentielle et de détermination des stimuli significatifs (Coléoptères *Curculionidae*, Hyménoptères *Braconidae*, Diptères *Syrphidae*). La contribution la plus importante fournie par le laboratoire a trait à l'éthologie de la Processionnaire du Pin (découverte de l'arbre par l'imago, ponte, activité alimentaire et activité de tissage des chenilles, formation des Processions et enfouissement) ainsi qu'à certains de ses ennemis naturels (*Bombyliidae* notamment).

Un thème important de recherches est constitué par les *modalités et les conséquences de la compé-*

tion entre consommateurs de même niveau trophique ou de niveaux trophiques différents : action du parasite sur la physiologie et l'éthologie de l'hôte, super-, multi- et hyperparasitisme.

Les besoins alimentaires de croissance et de reproduction sont étudiés surtout en vue de la découverte et de la mise au point de milieux artificiels ou naturels permettant une production de masse relativement aisée et économique de divers phytophages (*Trypetidae*, *Coccoidea*) et entomophages. Des résultats extrêmement prometteurs ont été notamment acquis en ce qui concerne l'utilisation d'*Anagasta kuehniella* comme hôte de substitution pour divers parasites (*Braconidae*, *Cheloninae*) et prédateurs (*Coccinellidae*, *Syrphidae*, *Anthocoridae*, *Cantharidae*). De plus, l'étude des besoins imaginaires de divers parasites et prédateurs (besoins en glucides, protéines, vitamines, rôle des plantes nectarifères) commence à être abordée.

Ces différents thèmes de recherches posent de nombreux problèmes techniques que nous essayons de résoudre, soit par une amélioration des installations existantes, soit par une collaboration de plus en plus étroite avec d'autres unités spécialisées. Jusqu'à présent, les élevages étaient réalisés dans des enceintes où régnaient des conditions climatiques constantes mais nous sommes de plus en plus amenés à utiliser des installations permettant la reconstitution d'une ambiance plus conforme à celle du milieu naturel (thermopériode, hygropériode). Pour les études concernant la dispersion et la distribution des insectes, divers dispositifs de piégeage ont dû être conçus ou améliorés, des techniques de marquage par colorants sont actuellement en cours d'expérimentation et la formation, en collaboration avec le C.E.A., d'un personnel spécialisé dans l'utilisation des éléments marqués est envisagée à brève échéance. Des collaborations extérieures, soit en vue de la mise au point de nouvelles techniques d'études, soit en vue de l'approfondissement des connaissances fondamentales s'avèrent nécessaires dans des domaines extrêmement variés tels que la neuro- et l'électrophysiologie, la biochimie de la nutrition, la génétique des populations, l'étude du bilan de prédation, etc.

CONCLUSIONS

Du fait des missions qui lui sont imparties, la Station d'Antibes est amenée à consacrer l'essentiel de son activité à la recherche écologique. L'une des caractéristiques principales de ce service réside dans une osmose permanente entre l'observation de plein air et l'étude de laboratoire. Cette méthode d'approche, certes longue et coûteuse, a l'avantage

de fournir une connaissance précise et globale des espèces en cause ainsi que leurs rapports avec l'environnement, ce qui doit permettre d'éviter certaines erreurs encore trop fréquemment observées : la poursuite d'une expérimentation « en bocal » ou d'un échantillonnage de terrain qui, tout en étant conduit avec beaucoup de rigueur sur le plan expérimental et biométrique, perdent toute signification sur le plan biologique par méconnaissance des exigences et des caractéristiques spécifiques des organismes étudiés.

LISTE DES PUBLICATIONS, 1963-1968

- ARAMBOURG (Y.), 1964. — Elevage permanent d'*Eupelmus urozonus* Dalm. (Hym. Chalcididae), parasite ectophage de *Dacus oleae* Gmel. (Diptère Tryptetidae) sur hôte de laboratoire. *Rev. Pathol. vég. Ent. Agric.* 43, 3, 183-190.
- ARAMBOURG (Y.), 1964. — Possibilités de la lutte biologique et de la lutte intégrée contre les principaux ravageurs de l'Olivier. *Inf. oléicoles Int.*, 27, 107-112.
- ARAMBOURG (Y.), 1965. — Caractéristiques du peuplement entomologique de l'Olivier dans le Sahel de Sfax. Thèse, Paris, 137 p.
- ARAMBOURG (Y.), 1965. — Rapport sur *Prays oleae* Bern. (Lep. Hyponomeutidae). Etat actuel des méthodes de lutte et perspectives d'avenir. *C.R. Journ. Phyt. Phytoph. circum-méditer.*, 225-230.
- ARAMBOURG (Y.) et ELANT (H.), 1966. — Note sur *Dasyneura oleae* et *Clinodiplosis oleisuga* (Dipt. Cecidomyiidae), cécidomyies nuisibles à l'olivier en Syrie. *Ann. Soc. Ent. Fr.* (N.S.), 4, 3, 719-730.
- ARAMBOURG (Y.), 1966. — Premiers essais d'utilisation de *Chelonus eleaphilus* (Hym. Braconidae) contre *Prays oleae* Bern. (Lep. Hyponomeutidae) dans les Alpes-Maritimes. *Inf. oléicoles Int.*, 36, 99-114.
- ARAMBOURG (Y.), 1967. — Premières observations sur les insectes nuisibles à l'olivier en République arabe syrienne. *Inf. oléicoles Int.*, 37, 25-45.
- ARAMBOURG (Y.), 1968. — *Chelonus eleaphilus* (Hym. Braconidae), parasite de *Prays oleae* (Lep. Hyponomeutidae). Elevage, caractéristiques morphologiques et biologiques. *Ann. Soc. Ent. Fr.* (N.S.), 4, 2, 383-411.
- ARAMBOURG (Y.), 1968. — Les insectes nuisibles à l'olivier. Méthodes de lutte. Perspectives d'avenir. *Inf. oléicoles Int.*, 43, 21-33.
- BÉNASSY (C.), 1963. — Observations écologiques sur le parasitisme chez les Coccides. Cas de *Leucaspis pini* Hartig. *Rev. Pathol. vég. agric.*, 42, 1, 35-45.
- BÉNASSY (C.) et BILLOTTI (E.), 1963. — *Ceroplastes rusci* L. (Homoptera, Coccoidea, Lecaninae), exemple intéressant pour l'étude de la dynamique des populations. *Entomophaga*, 8, 3, 213-217.
- BÉNASSY (C.), BIANCHI (H.) et MILAIRE (H.), 1964. — Observations sur l'incidence de quelques produits insecticides et fongicides sur l'association Pou de San José et parasite spécifique. *Rev. Zool. agric. & appl.*, 63, 27-37.
- BÉNASSY (C.), BIANCHI (H.) et MILAIRE (H.), 1964. — Expérimentation en matière de lutte intégrée dans deux vergers français. *Entomophaga*, 9, 3, 269-273.
- BÉNASSY (C.), BIANCHI (H.) et MILAIRE (H.), 1964. — Recherches sur l'utilisation de *Prosaltella perniciosi* Tow. en France. *Ann. Epiphyties*, 15, 4, 457-473.
- BÉNASSY (C.) et SORIA (F.), 1964. — Observations écologiques sur les Cochenilles Diaspines nuisibles aux agrumes en Tunisie. *Ann. I.N.R.A. Tunisie*, 37, 193-222.
- BÉNASSY (C.), 1965. — Que penser aujourd'hui du problème de *Saissetia oleae* dans le SE de la France ? *Inf. oléicoles Int.*, 30, 41-46.
- BÉNASSY (C.), 1965. — Les Cochenilles des agrumes dans le Bassin méditerranéen. *C.R. 1^e Journ. Phyt.-Phytoph. Circum-méditer.*, 112-124.
- BÉNASSY (C.) et BIANCHI (H.), 1967. — Note sur la faune des Diaspines agrumicoles du littoral Sud-Est de la France. *Ann. Soc. Ent. Fr.* (N.S.), 3, 1, 247-256.
- BÉNASSY (C.), 1967. — Note sur *Parlatoria oleae* au Maroc (Hom. Coccidae). *Ann. Soc. Ent. Fr.* (N.S.), 3, 1, 165-171.
- BÉNASSY (C.), 1967. — Note sur *Prosaltella auranti* How (Hym. Aphelinidae), parasite de *Quadraspidiotus pyn* Licht. dans les Alpes-Maritimes (Hom. Diaspidinae). *Entomophaga*, 12, 2, 181-186.

- BÉNASSY (C.), 1967. — La lutte intégrée en verger. *La Pomologie française*, n° 5, 125-128.
- BÉNASSY (C.), BIANCHI (H.) & MULLER (H.), 1967. — Note sur l'efficacité en France de *Prospaltella perniciosi* Tow. *Entomophaga*, **12**, 3, 241-255.
- BÉNASSY (C.) & EUVERTE (G.), 1967. — Perspectives nouvelles dans la lutte contre *Aonidiella aurantii* au Maroc (Hom. Diaspididae). *Entomophaga*, **12**, 5, 449-495.
- BÉNASSY (C.), 1967. — Note sur une Diaspine peu connue de l'olivier au Maroc, *Quadraspidiotus malei* (Hom. Coccoidea). *Ann. Soc. Ent. Fr.*, (N.S.), **3**, 4, 1133-1139.
- BÉNASSY (C.) & PANIS (A.), 1968. — Observations sur le brachyptérisme chez *Encyrtus rufulus* Mercet (Hym. Chalcidoidea, Encyrtidae). *Entomophaga*, **13**, 2, 135-141.
- BÉNASSY (C.) & EUVERTE (G.), 1966. — Premières applications de la lutte biologique contre *Aonidiella aurantii* au Maroc. *Al Awamia*, **21**, 19-26.
- BÉNASSY (C.) & PINET (C.), 1968. — Le parasitisme des Cochenilles du genre *Leucaspis* dans les Alpes-Maritimes et la Corse. 1^{re} partie: Inventaire et répartition des *Leucaspis* et de leurs parasites (Hyménoptères, Chalcidoidea). *Ann. Epiphyties*, **19**, 4, 659-681.
- BÉNASSY (C.), MATHYS (G.), NEUFFER (G.) & al., 1968. — L'utilisation pratique de *Prospaltella perniciosi* Tow., parasite du Pou de San José (*Quadraspidiotus perniciosus* Comst.). *Entomophaga*, Mem. H.S., n° 4, 28 pp.
- BERTRAN (M.) & JOURDHEUIL (P.), 1967. — Mise au point d'une méthode de lutte contre les Apions du Trèfle. *Rev. Zool. Agric. & appl.*, **66**, 4, 117-138.
- BERTRAN (M.) & JOURDHEUIL (P.), 1968. — Bases écologiques de la lutte contre les Apions séminivores du Trèfle violet (*Trifolium pratense* L.). *Ann. Epit.*, **19**, 2, 335-365.
- BILIOTTI (E.), DEMOLIN (G.) & HAM (R.), 1964. — Caractères de la diapause nymphale chez *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. *C.R. Ac. Sc. Paris*, **258**, 706-707.
- BILIOTTI (E.), VAGO (C.) & DAUMAL (J.), 1966. — Une épidémie à *Serratia marcescens* Bizio dans un élevage de *Phanerotoma flavivestacea* (Fisch.) (Hymenoptera, Braconidae). *C.R. 90^e Cong. nat. Soc. savantes*, Nice, 1965, **2**, 495-500.
- CADAHIA (D.), DEMOLIN (G.) & BILIOTTI (E.), 1967. — *Meteorus versicolor* Westw. var. *decoloratus* Ruthe (Hym. Braconidae), parasite nouveau de *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. (Lep. Thaumetopoeidae). *Entomophaga*, **12**, 4, 355-361.
- DAUMAL (J.), 1968. — Méthode d'élevage de *Cardiasthetus nazarenus* Reuter (Hemipt. Anthracoridae) aux dépens des œufs d'*Anagasta kuehniella* Z. *Ann. Epiphyties*, **19**, 4, 721-726.
- DELANOUE (P.), 1964. — Conséquences de la compétition entre les Chalcidiens indigènes et un Braconide importé (*Opius concolor* Szep.) dans les essais de limitation des populations de *Dacus oleae* Gmel. dans les Alpes-Maritimes. *Rev. Pathol. vég. & Ent. agr.*, **43**, 3, 145-151.
- DELANOUE (P.), 1964. — Perspectives de lutte biologique contre *Dacus oleae* Gmel. au moyen de l'Hyménoptère Braconide *Opius concolor* Szep. *Inf. oléicoles int.*, **26**, 69-79.
- DELANOUE (P.) & ARAMBURG (Y.), 1965. — Contribution à l'étude en laboratoire d'*Eupelmus urozonus* (Hym. Chalcidoidea, Eupelmidae). *Ann. Soc. Ent. Fr.*, (N.S.), **1**, 4, 817-843.
- DELANOUE (P.) & ARAMBURG (Y.), 1967. — Contribution à l'étude en laboratoire de *Frugalis mediterraneus* (Hym. Chalcidoidea, Eulophidae). *Ann. Soc. Ent. Fr.*, (N.S.), **3**, 4, 909-927.
- DEMOLIN (G.), 1964. — Les « miroirs » urticants de la Processionnaire du Pin (*Thaumetopoea pityocampa* Schiff). *Rev. Zool. agric. & appl.*, **62**, 107-114.
- DEMOLIN (G.), 1964. — Réflexions sur le comportement des insectes nocturnes soumis à une source lumineuse attractive. Application à une nouvelle technique de piégeage. *Rev. gen. Soc.*, **71**, 1/2, 15-24.
- DEMOLIN (G.) & ATGER (P.), 1966. — Conditions bioécologiques susceptibles d'intervenir dans l'enclenchement d'épidémie à Coccis chez *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. *C.R. 90^e Congr. Soc. savantes*, Nice, 1965, **2**, 511-516.
- DEMOLIN (G.), 1966. — Estudio preliminar sobre las variaciones morfológicas de las orugas y adultos de las *Thaumetopoea* del grupo *pityocampa-wilkinsoni*. *Bol. Serv. Plagas forestales*, **8**, 15, 28-41.
- DEMOLIN (G.), 1967. — Grégairisme et subsocialité chez *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. Nid d'hiver. Activité de tissage. *C.R. 5^e Cong. U.I.E.I.S.*, Toulouse, 1965, 69-77.
- DEMOLIN (G.) & DELMAS (J.C.), 1967. — Les Ephippigères, Orthoptères Tettigoniidae, prédateurs occasionnels, mais importants de *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. *Entomophaga*, **12**, 399-401.
- IPERTI (G.), 1964. — Les parasites des Coccinelles aphidiphages dans les Basses-Alpes et les Alpes-maritimes. *Entomophaga*, **9**, 2, 153-180.
- IPERTI (G.), 1965. — Contribution à l'étude de la spécificité chez les principales coccinelles aphidiphages des Alpes-maritimes et des Basses-Alpes. *Entomophaga*, **10**, 2, 159-178.
- IPERTI (G.), 1966. — Comportement naturel des Coccinelles aphidiphages du Sud-Est de la France: leur type de spécificité, leur action prédatrice sur *Aphis fabae* L. *Entomophaga*, **11**, 2, 203-210.
- IPERTI (G.), 1966. — Perspective d'utilisation rationnelle des Coccinelles aphidiphages dans la protection des cultures. *C.R. 90^e Cong. Soc. savantes*, Nice, 1965, **2**, 543-555.
- IPERTI (G.), 1966. — Specificity of aphidophagous Coccinellidae in South Eastern France. Ecology of Aphidophagous Insects, Prague, 31-34.

- IPERTI (G.), 1966. — Comparaison of voracity of five Coccinellids. *Id.*, 61.
- IPERTI (G.), 1966. — Voltinism and arrest of development in aphidophagous Coccinellids of South Eastern France. *Id.*, 105-106.
- IPERTI (G.), 1966. — The choice of oviposition sites in aphidophagous Coccinellidae. *Id.*, 121-122.
- IPERTI (G.), 1966. — Migration of *Adonia undecimnotata* in South Eastern France. *Id.*, 137-138.
- IPERTI (G.), 1966. — Distribution of Coccinellids in habitats. *Id.*, 161-162.
- IPERTI (G.), 1966. — The natural enemies of aphidophagous Coccinellids. *Id.*, 185-187.
- IPERTI (G.), 1966. — Protection of Coccinellids against mycosis. *Id.*, 189-190.
- IPERTI (G.), 1966. — Some components of efficiency in aphidophagous Coccinellids. *Id.*, 253.
- IPERTI (G.), 1966. — The role of aphidophagous Coccinellids in the biological control. *Id.*, 321-322.
- IPERTI (G.) & VAN WAEREBEKE (D.), 1968. — Description, biologie et importance d'une nouvelle espèce d>Allantonomatidae (Nematode) parasite des Coccinelles sphidiphages : *Parasitylenchus coccinellinae* n. sp. *Entomophaga*, 13, 2, 107-119.
- JOURDHEUIL (P.), 1967. — Synchronisation entre le cycle évolutif de *Ceuthorrhynchus napi* Gyll. (Coleoptera, Curculionidae) et celui de son parasite primaire *Thersilochus fulvipes* Grav. (Hymenoptera, Ichneumonidae). *Proc. 1st Int. Cong. Parasitology*, Rome, 1964, 1 p.
- JOURDHEUIL (P.), 1967. — Rôle des entomophages dans la productivité d'une agrobiocénose. *C.R. Symp. Ecologie*, E.N.S., 1966, Masson, Paris, 221-243.
- JOURDHEUIL (P.) & CAYLA (M.), 1967. — Sur la présence de *Donus crinitus* Boh. dans les cultures de Légumineuses fourragères du Sud-Ouest de la France. *Bull. Soc. Ent. Fr.*, 72, 71-75.
- LYON (J.P.), 1965. — Influence de quelques facteurs sur l'expression du potentiel de multiplication des Syrphides aphidiphages. *Ann. Epiphyties*, 16, 4, 397-398.
- LYON (J.P.), 1967. — Déplacements et migrations chez les Syrphidae. *Ann. Epiphyt.*, 18, 1, 117-118.
- LYON (J.P.), 1968. — Remarques préliminaires sur les possibilités d'utilisation pratiques d'Hyménoptères parasites pour la lutte contre les pucerons en serre. *Ann. Epiphyties*, 19, 1, 113-118.
- LYON (J.P.), 1968. — Contribution à l'étude biologique de *Xanthandrus comtus* Harr. (Diptera, Syrphidae). *Ann. Epiphyties*, 19, 4, 683-693.
- du MERLE (P.), 1964. — Cycle biologique d'un Diptère Bombyliidae du genre *Villa*. *C.R. Ac. Sc. Paris*, 259, 1657-1659.
- BILIOTTI (E), DEMOLIN (G.) & du MERLE (P.), 1965. — Parasitisme de la Processionnaire du Pin par *Villa quinquefasciata* Wied. *apud* Meig. (Dipt. Bombyliidae). *Ann. Epiphyties*, 16, 3, 279-288.
- du MERLE (P.), 1966. — Modèle de cage permettant d'obtenir la ponte d'un Diptère Bombyliidae, *Villa quinquefasciata* Wied *apud* Meig. *Entomophaga*, 11, 3, 325-330.
- du MERLE (P.), 1966. — Modalités de l'accouplement chez un Diptère Bombyliidae *Villa quinquefasciata*. *Ann. Soc. Ent. Fr. (N.S.)*, 2, 3, 617-623.
- MONASTERO (S) & DELANOUÉ (P.), 1967. — Lutte biologique artificielle contre la Mouche de l'Olive (*Dacus oleae* Gmel.) au moyen d'*Opius concolor* Szep. *Entomophaga*, 11, 5, 411-432.
- MONASTERO (S.) & DELANOUÉ (P.), 1967. — Première expérimentation à grande échelle de lutte biologique contre la mouche de l'olive (*Dacus oleae* Gmel.) au moyen de *Opius concolor* Szep. *scutellus* Mon. en Sicile. *Entomophaga*, 12, 4, 381-398.
- PANIS (A.), 1965. — Contribution à l'étude d'une association parasitaire : les Cochenilles du genre *Pseudococcus* (Homoptères, Coccoidea) et leur parasite *Anagyrus pseudococci* Gir. (Hyménoptères, Chalcidoidea, Encyrtidae). Thèse 3^e cycle, Toulouse, 116 pp.
- PANIS (A.), 1968. — Les *Rhizoecus* (Hom. Coccoidea, Pseudococcidae) européens et méditerranéens d'intérêt économique. Description d'une nouvelle espèce. *Ann. Soc. Ent. Fr. (N.S.)*, 4, 3, 549-554.
- ONILLON (J.C.), 1967. — Contribution à l'étude d'une association parasitaire *Trioxa urticae* L. (Homoptera-Psyllidae) et son parasite *Tetrastichus upis* Walk. (Hymenoptera, Chalcidoidea, Tetrastichidae). Thèse 3^e cycle, Toulouse, 78 pp.
- TRABOULSI (R.) & DÉNASSY (C.), 1965. — Les Cochenilles des agrumes au Liban et leurs parasites naturels. *Magon*, n° 5, (S.Sc.), 13 pp.
- VÉY (A.), VAGO (C.) & DELANOUÉ (P.), 1967. — Mode d'action des *Aspergillus* parasites de blessures d'insectes. *Rev. Mycologie*, 32, 4, 300-305.

LES LABORATOIRES D'ÉCOLOGIE PRAIRIALE DE L'IN.R.A. A ROUEN

par M^{me} G. RICOU

C'est dans la mesure où l'Institut National de la Recherche Agronomique s'intéresse à l'économie régionale, que les 4 Laboratoires de l'INRA, implantés à Rouen, se sont peu à peu orientés vers l'étude des problèmes de la prairie permanente. En ce sens ils ont constitué, grâce à une bonne entente générale, une petite unité de recherches spécialisée dans l'étude du milieu prairial.

Avec ses 13,5 millions d'hectares, la prairie permanente constitue la base essentielle de l'alimentation du cheptel français. Si, parmi les pays de la C.E.E., la France peut être considérée comme un pays encore très agricole, par rapport à l'ensemble français la Normandie se montre nettement spécialisée dans l'élevage bovin. N'est-elle pas d'ailleurs considérée comme la province des prairies par excellence, puisque les surfaces toujours en herbe représentent respectivement 34 % de la superficie agricole de l'Eure, 49 % de la Seine-Maritime, 71 % du Calvados, 73 % de l'Orne et 80 % de la Manche. A l'exception des zones montagneuses, la Normandie est la province la plus herbagère de France !

Nul milieu ne pouvait mieux convenir à une étude d'ensemble à réaliser par les laboratoires de Rouen. Au lieu de travailler en ordre dispersé, tant sur le plan scientifique que sur le plan pratique, il nous a paru logique de lier nos activités pour essayer de réaliser un travail d'écologie appliquée à l'écosystème prairial de la zone océanique. Et le plus difficile apparaît bien de se limiter car cet écosystème est si varié qu'il nous est parfois difficile de mettre en commun la somme de nos informations, pour nous unir tous dans la même direction !

Le grand mérite du PBI est de nous avoir associé tous dans un travail collectif, sur la même parcelle d'herbe, et de nous regrouper avec l'Université de Caen et les divers spécialistes de l'INRA, hors la Normandie.

D'autre part nous collaborons de plus en plus étroitement avec nos Collègues de l'Université de Rouen, à travers la création des Unités de Recherches et d'Enseignement auxquelles nous participons.

PRÉSENTATION DES LABORATOIRES

L'ensemble groupe un peu plus d'une trentaine de personnes réparties en 4 sections :

Une Station d'Agronomie (A. MASCLÉ, Chargé D^{tion}), créée avant 1900 et dont la vocation a toujours été l'étude des terroirs normands.

Un Laboratoire de Recherches sur les plantes fourragères (L. HEDIN, Directeur) créé en 1946 pour la rénovation de la prairie et axé sur l'étude de la production primaire.

Un Laboratoire de Zoologie (Germaine RICOU, Directeur), créé avant 1900, et intéressé aux problèmes de biocénoses prairiales et de leur production secondaire.

Une Section Régionale du SEI (R.L. CAILLIER, Directeur), créée en 1964, axée sur les problèmes de parasitologie au niveau de la prairie.

Ces sections sont groupées 2 par 2 en deux bâtiments. Les terrains de travail, à part le Service

Expérimental d'Isneville non loin de Rouen, s'étendent du Pays de Caux à l'Orne, où une grande quantités d'essais sont groupés dans la partie du domaine du Pin au Haras appartenant à l'INRA. Ce domaine s'est spécialisé dans la production et l'exploitation de l'herbe par les ruminants (MM. LAISSUS et MULLER, Directeurs). Les recherches ne sont pas réalisées exclusivement en Normandie mais s'étendent également à l'ensemble du territoire français.

Il nous a paru intéressant de faire ressortir, dans le cadre de cette collaboration, les différents aspects de l'activité de chacun de ces laboratoires.

LA STATION D'AGRONOMIE.

Elle consacre son activité à l'ensemble des questions relatives au sol :

- pédologie,
- analyses physiques et chimiques, y compris dosage des oligo-éléments, principalement dans les sols de prairies où se posent des problèmes de carence pour le bétail (en relation avec le Centre de Recherches zootechniques de Theix),
- études sur la fertilisation des cultures en Haute-Normandie et recherches expérimentales spéciales sur l'action de l'acide phosphorique en sols calcaires, sur les carences magnésiennes (principalement sur Betterave) et sur la fertilisation sulfatée (principalement sur Colza),
- études diverses en milieux maraîchers, dont champignonnières.

La Station agronomique a procédé à l'analyse détaillée des eaux de pluie en Haute-Normandie, depuis 3 ans. Il a été constaté que chaque localité possède un spectre particulier de répartition des éléments dépendant, d'une part de la distance aux Centres industriels, d'autre part de la distance à la mer, et ceci suivant l'influence des vents dominants et de la pluviométrie.

Les eaux alimentant les cressonnières sont également l'objet d'une surveillance constante et la Station possède une documentation importante sur la qualité des eaux en Normandie. Ce travail entre dans le

cadre d'une étude du milieu particulièrement intéressant que constituent les cressonnières et réalise un ensemble avec celui du laboratoire de zoologie de Rouen.

LE LABORATOIRE DE RECHERCHES SUR LES PLANTES FOURRAGÈRES.

Il s'est, au départ, intéressé au problème de l'amélioration des prairies par la méthode du retournement, mais la prairie permanente n'a jamais échappé à ses recherches. Il est apparu, assez rapidement, la nécessité d'une meilleure connaissance floristique des milieux dits « naturels ». Ces études ont été abordées dans le sens d'une écologie dynamique fondée sur un certain nombre d'expérimentations.

La méthode suivie est la suivante :

— *Etude de la synécologie des différents types de prairies du territoire national.* Cette étude nous a conduits à une classification qui comporte 2 groupes principaux. Nous reconnaissons ainsi des prairies peu exploitées, du type pacage ou parcours, et des prairies plus intensives, dans lesquelles l'intervention des animaux et de l'homme constitue le facteur dominant.

— *Etude de l'autoécologie* qui mène à une meilleure connaissance des comportements des différentes espèces prairiales. La méthode utilisée est celle de la culture en terrain expérimental. Elle nous permet de reconnaître l'existence d'écotypes. L'évolution de l'ensemble prairial s'interprète à partir de cette autoécologie des espèces; inversement, l'étude de la synécologie permet de dégager les limites écologiques particulières à chaque espèce ou à chaque écotype.

— *Etude des facteurs du milieu* qui conditionnent le type de prairie et sa composition botanique : conditions climatiques et édaphiques sont enregistrées, mais ce qui le plus souvent fournit l'explication de la structure floristique, c'est la confrontation de l'herbe avec l'animal pâturant. Il s'agit de comprendre les termes d'un complexe portant à la fois sur la production primaire et une partie de la production secondaire.

Cette confrontation ne se situe pas seulement au niveau de la productivité biologique, exprimée soit en poids de matière sèche, soit en calories; on a cherché à faire apparaître les différents éléments chimiques constitutifs de la production primaire. L'analyse alimentaire de l'herbe a donné lieu, au cours de ces dix dernières années, à d'importants travaux; par ailleurs, le bilan nutritionnel de quelques espèces prairiales a été examiné.

LE LABORATOIRE DE ZOOLOGIE.

Il s'est associé, à partir de 1955, aux études prairiales, et ceci à la suite des nombreux déséquilibres provoqués par la technique du retournement des herbages. Mais, limiter notre intérêt aux seules espèces phytophages nous est apparu peu rationnel, puisque ces espèces ne constituent qu'un des éléments de la zoocoenose prairiale. C'est pourquoi une *étude générale de biocoenotique* a été rapidement entreprise.

Elle a été difficile à mener à bien au départ à cause du manque de moyens en personnel. L'aide de nos collègues du Laboratoire des Plantes Fourragères nous a été particulièrement précieuse, tant pour une caractérisation floristique des biocoenoses étudiées que pour la mise en évidence des relations trophiques et chimiques existant entre la plante et ses hôtes.

C'est ainsi qu'une *étude générale de synécologie quantitative* a pu être réalisée dans une prairie de limon du Pays de Caux. D'autres milieux prairiaux de base, des environs de Rouen, ont été également caractérisés. Cet ensemble de travaux est suffisamment complet pour nous permettre d'aborder divers aspects d'écologie appliquée au milieu prairial :

- biocénose de la prairie semée et possibilités de création d'équilibres biologiques nouveaux,

- repeuplement de prairies après éradication par de nouvelles méthodes physiques.

A la suite de ces études et de nombreux élevages nous avons distingué comme particulièrement intéressantes dans les biocénoses prairiales les popula-

tions de Tipules et de Mollusques. C'est dans ce sens, pour déterminer à la fois leurs exigences écologiques et leur production secondaire, que nous étudions en particulier les populations de *Tipula paludosa* Meig. en prairie et que nous avons mis au point l'élevage des larves en laboratoire. Leur régulation par des épizooties semble particulièrement intéressante et l'étude des germes incriminés est réalisée par nos collègues de La Minière et de Saint-Christol-les-Alès.

De même, les limaces grises (*Deroceras* sp.) sont l'un de nos éléments de travail : écologie, traitements chimiques; mais c'est au niveau des limnées que nous avons entrepris le plus d'actions.

Partant d'études réalisées en cressonnières sur les principales espèces de limnées susceptibles de nuire à l'équilibre de la production, nous nous sommes orientés peu à peu vers un autre aspect, celui du rôle des limnées dans les parasitoses en prairies. Notre groupement avec nos collègues du SEI vétérinaire nous permet d'entreprendre un travail d'ensemble, depuis le Mollusque hôte intermédiaire jusqu'au bovin, hôte définitif de l'agent de la *Distomatose hépatique*. Les conditions écologiques du développement des populations sont particulièrement intéressantes.

Ce n'est que parce que nous nous sommes unis entre disciplines différentes que tous ces travaux ont été possibles et sans doute est-il bon de le rappeler à tous ceux qui s'intéressent à l'écologie.

LA SECTION RÉGIONALE DU SERVICE D'EXPÉRIMENTATION ET D'INFORMATION.

Elle a pu mettre en place au cours des 4 dernières années une série d'essais comparatifs sur jeunes bovins de 6 à 18 mois se rapportant aux maladies parasitaires d'herbage réputées pour leur gravité économique : les Strongyloses gastro-intestinales, la dictyocaulose ou Bronchite Vermineuse et la distomatose ou Douve du foie.

Actuellement la Section dispose de 5 techniciens, de deux petits laboratoires : l'un de parasitologie,

l'autre d'hématologie, d'une salle d'autopsie et d'annexes expérimentales dont la plus importante est basée au Domaine INRA du Vieux Pin dans l'Orne.

Outre les contrôles réalisés périodiquement sur les animaux SEI, nous participons aussi à des *actions concertées* dans diverses régions. C'est le cas pour les essais de la Maison d'Élevage de Bernay, du Domaine SEI de St. Laurent de la Prée en Charente Maritime, du groupements des CETA du Cher, etc., et de nombreux organismes d'élevage auxquels nous essayons de fournir les conseils les plus judicieux. Très souvent des conseillers agricoles nous demandent également d'intervenir dans des élevages durement touchés par le parasitisme. Ceci nous permet, en liaison avec le vétérinaire de l'exploitation, d'élargir le champ de nos observations et de transposer sur des cas concrets, les données acquises par la routine des expérimentations.

Le travail de laboratoire est donc essentiellement le prolongement du travail sur le terrain et vice-versa, puisque tous les prélèvements effectués sur les animaux d'essai sont examinés par notre propre laboratoire et que le comportement clinique des animaux soumis à notre contrôle nous permet éventuellement d'intensifier le rythme des prélèvements lorsque l'évolution du parasitisme semble s'accélérer et la courbe de contrôle dépasser le niveau normal.

C'est le cas par exemple des prélèvements de mucus dans la trachée des veaux exposés à la dictyocaulose, que nous utilisons depuis 2 ans sur les conseils du Pr JOLIVET, et qui nous apportent de grandes précisions sur la période d'infestation pulmonaire de ces animaux.

En ce qui concerne les Strongyloses gastro-intestinales, il nous a paru intéressant de suivre la répartition saisonnière des espèces rencontrées à partir des larves infestantes et d'étudier également leur longévité.

Nous pratiquons donc systématiquement sur toutes les parcelles de prairie pâturées par des ruminants, des prélèvements d'herbe destinés à la numération des larves infestantes pour un poids d'herbe ou pour une surface de prairie déterminée.

La recherche de l'anémie consécutive au parasitisme est une méthode qui présente un certain intérêt, du moins dans l'optique de la recherche; nous la pratiquons sur plusieurs lots tous les ans, notamment ceux qui sont utilisés pour la distomatose et la dictyocaulose. Nous avons pu ainsi contrôler quelques normes hématologiques de l'espèce bovine, mais il est très difficile de réaliser des prélèvements de sang de façon régulière, sur des animaux vivant en liberté et parfois à plus de cent kilomètres du laboratoire.

L'étude des populations d'helminthes parasites des ruminants à la prairie, qui est la raison d'être de la section SEI de Rouen, a permis de mettre au point quelques techniques de laboratoire relatives à la coproscopie et à son interprétation pratique. Elle doit aboutir prochainement à l'utilisation de coprocultures sélectives, et de contaminations artificielles de l'herbe, permettant d'observer avec plus de précision, le comportement des larves infestantes (vitalité, longévité) et de déduire avec sécurité le calendrier des traitements antiparasitaires, tant médicaux qu'agronomiques.

PARTICIPATION DES LABORATOIRES AU PROGRAMME BIOLOGIQUE INTERNATIONAL

La somme des connaissances acquises nous a amenés à demander une participation au PBI pour essayer de réaliser une synthèse au niveau d'une prairie, choisie dans le domaine de l'INRA, section zootechnie, au Haras du Pin.

En mai 1968, une étude de la production primaire et de la production secondaire (niveaux superficiel et aérien) a été entreprise par les laboratoires des Plantes fourragères (L. HEDIN, E. DUVAL, V. LÉCOMTE) et de Zoologie de Rouen (G. RICOU, M. JOUIS).

Le problème de la production de racines est difficile à résoudre. Nous pensons en réaliser une

approche en comparant la composition chimique (lignine, cellulose, hémicellulose) de la masse racinaire à la composition chimique de la matière organique du sol. De telles comparaisons doivent nous permettre de saisir les stades d'évolution de cette masse racinaire au cours de l'année.

En ce qui concerne la production aérienne la composition minérale est déterminée; données pondérales et taux de matière sèche exprimeront l'interception énergétique de la végétation. Le bilan évolutif des éléments N, P, K, Ca, Mg, Mn, Na, Cu, retenus par la végétation est en cours d'évaluation. Une relative stabilité de la composition floristique est à noter, avec des dominances variables selon les parcelles.

La production secondaire est dominée par celle de certaines familles de Diptères; les Microdiptères sont les plus nombreux mais la biomasse des larves de Tipules leur confère une certaine importance dans le milieu. La zoocénose se montre particulièrement diverse à la surface du sol où les larves de Diptères, les Coléoptères, se mêlent au niveau des saprophages et des prédateurs parmi lesquels les Arachnides semblent particulièrement bien représentés. Les données : numérations, évolution pondérale du peuplement, sont enregistrées très régulièrement tous les 15 jours et, durant l'hiver, tous les mois.

Simultanément, tous les relevés relatifs aux Lombrics ont été effectués et l'étude des échantillons est poursuivie au Laboratoire de la Faune du Sol à Dijon (M. BOUCHÉ).

De plus, depuis le mois de janvier 1969, ce laboratoire a entrepris l'étude de la microfaune des Acariens du sol (M^{me} ATHIAS). A la même époque, l'étude de la vie microbiologique a débuté, particulièrement sous l'angle de la dégradation des éléments celluloses (M. KAUFFMANN, Caen).

Les données climatiques sont enregistrées depuis mai 1968; il en est de même des périodes de pâture des ruminants, pesés avant et après leur passage sur la prairie (M. MULLER).

CONCLUSION

La politique d'intensification fourragère a été à l'origine de l'adoption du programme de travail des laboratoires de Rouen. Très tôt, la nécessité d'une étude plus approfondie de la productivité biologique nous est apparue. Dans cette optique nous retrouvons les préoccupations qui sont celles de l'Aménagement du Territoire, soucieux de l'utilisation rationnelle des ressources naturelles de notre pays. Elles nous conduisent à réaliser une distinction valable entre les territoires qui doivent être maintenus à la disposition de l'agriculture et ceux qui peuvent être transformés en espaces verts et de loisir. L'étude de ces derniers a été entreprise récemment dans nos Services.

BIBLIOGRAPHIE DES PRINCIPAUX TRAVAUX

- CAILLIER (R.L.), 1968. — Le parasitisme des bovins. *Motivisation Agricole*, Spécial Salon n° 236 (mars).
- CAILLIER (R.L.), 1969. — Quelques aspects pratiques de l'expérimentation antiparasitaire interne, Colloque Laboratoire Coopératif des éleveurs (mai).
- CAILLIER (R.L.). — Quatre années d'expérimentation animale en Normandie (sous presse : INRA).
- HEDIN (L.), 1944. — Notes sur l'influence du milieu chimique sur la composition floristique des prairies. *Annales Agronomiques*, 454-468.
- HEDIN (L.), 1945. — Contribution à l'étude des formes biologiques des espèces prairiales. *Annales Agronomiques*, 234-278.
- HEDIN (L.), 1947. — Valeur comparée du rendement des diverses productions fourragères. *Annales Agronomiques*, 242-263.
- HEDIN (L.), 1947. — La lutte contre les mauvaises herbes dans les prairies. *Annales agronomiques*, 78-97.
- HEDIN (L.), 1948. — Recherches sur la fertilisation des prairies. *Annales agronomiques*, 370-372.
- HEDIN (L.), 1948. — Exploitation des herbages. Larousse agricole; 30 p.
- HEDIN (L.), 1949. — Les types de prairies de Haute-Normandie et les conditions de leur amélioration. Bull. Tech. d'information, *La productivité fourragère*, 663-669.

- HEDIN (L.), 1949. — Etat actuel des recherches écologiques sur les prairies française, in *Conférences des Nations Unies pour la conservation et l'utilisation des ressources naturelles. Lake Success* (août).
- HEDIN (L.), 1950. — Les types de prairies de l'Ouest de la France. *Journal of British Grassland society*.
- HEDIN (L.), 1950. — Les espèces nitrophiles dans les prairies (en collaboration avec M^{lle} M.T. LECACHEUX), *Annales agronomiques*, n° 1, 4 p.
- HEDIN (L.), 1950. — Recherches sur l'écologie des prairies françaises : un essai de classification. VII^e Congrès International de Botanique, Stockholm, *Proceedings*, 165-167.
- HEDIN (L.), LECACHEUX (M.T.), 1951. — Humidité des sols et comportement des espèces prairiales. *Annales de l'Amélioration des Plantes*, n° 1 (janvier), 77-124.
- HEDIN (L.), LEFEBVRE (J.M.) (1951). — Les méthodes d'analyse botanique dans l'étude agronomique des prairies. *Annales Amélioration des plantes*, n° 3 (juillet), 376-407.
- HEDIN (L.), REBISCHUNG (J.), 1952. — Le maintien des légumineuses dans les prairies françaises. VI^e Congrès international des Herbages, *Proceedings*, 1, 450-455.
- HEDIN (L.), PHILIPPART, 1953. — Introduction à l'étude des assolements fourragers. *Annales Amélioration des plantes*, n° 1, 1-41.
- HEDIN (L.), KERQUELEN (M.), SERVAIN (M.), 1954. — Le réensemencement des prairies au Marais Vernier. Conférence européenne des Herbages, O.E.C.E., Paris, 21-24 juin, 52-55.
- HEDIN (L.), 1955. — Les objectifs de l'ethnobotanique. *Belles Lettres et Arts de Rouen* (mai), 25 p.
- HEDIN (L.), LEFEBVRE (J.M.), PHILIPPART, 1955. — Recherches sur les assolements fourragers et la production prairiale en Normandie. *Bull. Tech. d'information* (novembre), 10 p.
- HEDIN (L.), 1955. — Observations sur l'exploitation intensive des prairies. *Bull. Tech. d'information*, n° spécial, 19-24.
- HEDIN (L.), 1956. — Notes d'ethnobotanique normande. *Annales de Normandie* (mars), 10 p.
- HEDIN (L.), 1959. — Recherches sur la production fourragère au Lautaret et son amélioration, 60, n° 10.
- HEDIN (L.), KERQUELEN (M.), 1960. — Aspects de la production fourragère en 1959. Conséquences pour l'année 1960. *Fourrages*, n° 1 (janvier), 45-58.
- HEDIN (L.), 1960. — Problèmes écologiques : types de prairies et classification. *Fourrages*, n° 4 (décembre), 62-69.
- HEDIN (L.), 1961. — Sur les conditions d'une politique fourragère cohérente. *Fourrages*, n° 6 (juin), 37-50.
- HEDIN (L.), CORBIN, VIVIER, M^{lle} DUVAL, 1961. — Essais d'ensilage dans le Calvados. *Fourrages*, n° 8 (spécial), 108-120.
- HEDIN (L.), KERQUELEN (M.), 1961-62. — Le problème de la productivité fourragère en Haute-Auvergne, n° 12, 221-258.
- HEDIN (L.), M^{lle} DUVAL (E.), 1962. — Données récentes sur l'ensilage des sous-produits de la betterave industrielle. *Fourrages*, n° 9 (mars), 63-72.
- HEDIN (L.), KERQUELEN (M.), 1962. — Caractères originaux des prairies d'altitude de Haute-Auvergne et de leur exploitation. Conférence européenne des herbages de montagne.
- HEDIN (L.), KERQUELEN (M.), 1962-63. — Le problème fourrager en Lozère, n° 13, 621-667.
- HEDIN (L.), 1963. — Observations sur l'origine, la classification et l'écologie des espèces fourragères. Réunion Technique sur la prospection et l'introduction des plantes. Rome 1961, *Genetica Agraria*, 17.
- HEDIN (L.), KERQUELEN (M.), 1963. — L'évaluation des ressources fourragères et l'intensification en région de montagne. *Fourrages*, n° 13 (mars), 48-54.
- HEDIN (L.), HANGARD (E.), M^{lle} DUVAL (E.), 1963. — Les fourrages de la Seine-Maritime, Analyse et utilisation. *Fourrages*, n° 15 (septembre), 3-40.
- HEDIN (L.), KERQUELEN (M.), 1964-65. — Notes sur la situation fourragère en Cerdagne et dans le Capcir, n° 15, 417-431.
- HEDIN (L.), M^{lle} DUVAL (E.), 1965. — Rapports physiologiques et caractérisation végétale chez les graminées fourragères. *Fourrages*, n° 24 (décembre), 98-103.
- HEDIN (L.), M^{lle} DUVAL (E.), 1966. — Note sur la teneur en magnésie des plantes fourragères. *Fourrages*, n° 28 (décembre).
- HEDIN (L.), KERQUELEN (M.), 1966. — Types of French grassland. *Journ. Brit. grassland Soc.*, 21, n° 1.
- HEDIN (L.), 1967. — Un exemple d'utilisation de la demi-montagne : l'Aubrac. *Fourrages*, n° 32 (décembre), 3-9.
- HEDIN (L.), 1967. — Essai d'une histoire de l'affouragement et des cultures fourragères en Haute-Normandie. *Journ. d'Agric. tropicale et de Bot. appliquée*, 14 (décembre), n° 12.
- HEDIN (L.), 1967. — Recherches écologiques dans la Savane de Lamto (Côte d'Ivoire). La valeur fourragère de la Savane. *La Terre et la Vie*, n° 3, 249-261.
- HEDIN (L.), M^{lle} DUVAL (E.), 1967. — Intérêt de la production primaire en écologie prairiale dans les problèmes de la productivité biologique. Paris, Masson, 93-112.
- HEDIN (L.), M^{lle} THELU (B.), 1968. — Rythme d'absorption et valeur fourragère du ray-grass d'Italie Fina. *Fourrages*, n° 35 (septembre), 15-26.
- JOUS (E.), LECACHEUX (M.T.), 1955. — La Pédologie du Pays d'Ouche. *Bull. Assoc. Fr. Etude du sol*, 121-141.
- JOUS (E.), 1955. — Applications pédologiques dans le Pays d'Ouche. *Bull. Assoc. Fr. Etude du sol*, 163-169.
- JOUS (E.), LECACHEUX (M.T.), 1956. — Le Pays d'Ouche. *Annales Agronomiques*, 503-560.
- JOUS (E.), LECACHEUX (M.T.), 1956. — Le limon des plateaux de la région du Neubourg. *Bull. Assoc. Fr. Etude du sol*, 634-647.

- JOUS (E.), LECACHEUX (M.T.), 1956. — Etudes de quelques sols de forêt du Pays d'Ouche. *Bull. Assoc. Fr. Etude du sol*, 514-529.
- JOUS (E.), HANGARD (E.), 1957. — Enquête sur la composition des Fumiers Français. *Annales agronomiques*, n° 6, 903-943.
- JOUS (E.), LECACHEUX (M.T.), 1958. — Etude granulométrique sur les terrains du méandre de Duclair. *Rev. Soc. Sav. Hie Ndie (Sciences)*, 89-105.
- JOUS (E.), HANGARD (E.), 1958. — Quelques analyses d'amendements organiques autres que les fumiers de ferme. *Annales agronomiques*, 2, 227-268.
- JOUS (E.), 1958. — Les couches tourbeuses de la Basse Vallée de la Seine. *Bull. Assoc. Fr. Etude du sol*, 110-131.
- JOUS (E.), LECACHEUX (M.T.), 1958. — Contribution à l'étude des terroirs de la Vallée de la Basse-Seine : les sols du Méandre de Duclair. *Annales agronomiques*, 6, 661-672.
- JOUS (E.), LECACHEUX (M.T.), 1959. — Recherches sur les méthodes de dosages pratiques des oligoéléments : Cu, Zn, Mn, dans les plantes et les sols. *Annales agronomiques*, 3, 349-365.
- JOUS (E.), LECACHEUX (M.T.), 1960. — Utilisation du triphosphate de soude comme peptisant dans l'analyse physique des sols. *Annales agronomiques*, 2.
- JOUS (E.), LECACHEUX (M.T.), CAUCHY (F.), 1960. — Influence du pH sur la carence en bore des betteraves et du lin dans les sols de limon du Pays de Caux. *Annales agricoles de France*, 248-253.
- JOUS (E.), 1960. — Note sur la couleur des sols de limon, limons biefieux, biefs et argiles à silex de Haute Normandie. *Bull. Assoc. Fr. Etude du sol*, 579-584.
- JOUS (E.), LECACHEUX (M.T.), 1962. — Une méthode néphélométrique rapide pour le dosage du soufre dans les sols ; quelques résultats en Seine-Maritime. *Annales agronomiques*, 483-489.
- JOUS (E.), LECACHEUX (M.T.), 1963. — Les sols et l'Agriculture dans les terrains humifères de la Vallée de Basse Seine. *Annales agronomiques*, 13-30.
- JOUS (E.), LECACHEUX (M.T.), 1964. — Une méthode de routine pour le dosage du Zinc dans les sols ; application aux sols de Haute-Normandie. *Annales agronomiques*, 499-510.
- JOUS (E.), RICOU (G.), 1964. — Fertilisation et entretien sanitaire des cressonnières. *Revue Soc. Sav. de Haute-Normandie (Sciences)*, n° 33.
- JOUS (E.), 1964. — Note sur quelques sols de l'Eure, entre la Seine et la Risle. *Bull. Assoc. Fr. Etude du sol*, n° 9.
- JOUS (E.), LECACHEUX (M.T.), 1965. — Un terroir de transition en Seine-Maritime : le Petit Caux. *Annales agronomiques*, 53-89.
- JOUS (E.), 1967. — Répartition de la magnésie dans les sols de grande culture de la Haute-Normandie. *Bull. Assoc. Fr. Etude du sol*, n° 5.
- JOUS (E.), 1967. — Les apports de soufre et de quelques autres éléments par les pluies sur le NE de la Seine-Maritime. *Rev. Soc. Sav. de Haute-Normandie (Sciences)*, n° 45.
- RICOU (G.), 1957. — Contribution à l'étude de la faune des prairies naturelles normandes. *Rev. Soc. Sav. de Haute-Normandie (Sciences)*, n° 5 (Sciences), 119-138.
- RICOU (G.), 1958. — Etude de la faune d'une prairie naturelle. *Rev. Soc. Sav. de Haute-Normandie*, n° 9 (Sciences), 41-57.
- RICOU (G.), 1959. — La faune des prairies naturelles normandes (3^e note). *Rev. Soc. Sav. de Haute-Normandie*, n° 13 (Sciences), 39-53.
- RICOU (G.), 1960. — Les ennemis des principales plantes fourragères dans la prairie normande. *Rev. Soc. Sav. de Haute-Normandie*, n° 17, 49-71.
- RICOU (G.), 1962. — Problèmes posés par la faune nuisible dans les prairies. *Fourrages*, n° 9, 27-48.
- RICOU (G.), MEYNADIER (G.), BERGOIN (M.), 1964. — Virose à corps d'inclusion chez *Tipula paludosa* (Diptera) en France. *Rev. Path. Veg. Ent. Agr.*, 43, 2, 113-118.
- RICOU (G.), 1964. — Relations entre l'activité des Limaces grises et la température. *Med. Landbouw. Gent*, n° 3, 1071-80.
- RICOU (G.), DUVAL (E.), 1964. — Contribution à l'étude de l'action des Cicadelles sur quelques Graminées de prairies. *Acad. Agric.*, n° 5, 472-476.
- RICOU (G.), 1965. — Perspectives de l'écologie entomologique en agronomie. *Rev. Soc. Sav. de Haute-Normandie (Sciences)*, n° 37, 95-103.
- RICOU (G.), 1966. — Cresson et Distomatose : les mesures prises en France. *Coll. sur les Anim. Nuis. dans les cressonnières*, Gembloux, 68-74.
- RICOU (G.), 1966. — Observations sur les peuplements animaux nuisibles au cresson. *Coll. sur les Anim. Nuis. dans les cressonnières*, Gembloux, 13-29.
- RICOU (G.), 1967. — Beitrag zur Kenntnis der Lieschgrasfliege (*Amaurosoma flavipes* Fall.) in Frankreich. *Z. angew. Ent.*, 59, H. 3, 249-259.
- RICOU (G.), 1967. — Etude biocoenotique d'un milieu « naturel », la prairie permanente pâturée. *Ann. Epiphy.*, 18, H.S. 1, 148 p.
- RICOU (G.), 1967. — Recherches sur les populations de Tipules. Action de certains facteurs écologiques sur *Tipula paludosa* Meig. *Ann. Epiphytes*, 18, 4, 451-481.
- RICOU (G.), 1967. — L'alimentation des larves de Tipules (*Tipula paludosa* Meig.). *Ann. Nutr. Aliment.*, 21, 5, 199-215.
- RICOU (G.), 1968. — Ecologie, essai de compréhension de l'organisation de la nature. *La Potasse*, n° 354, 75-78.
- RICOU (G.), 1968. — Communautés biotiques et prairie permanente. *La Potasse*, n° 357, 153-157.
- RICOU (G.), DUVAL (E.), 1969. — Influence of leafhoppers upon some meadow grasses. *Z. angew. Entom.*, 63, H. 2, 163-173.

LA PARTICIPATION AU P.B.I. DE LA STATION D'ÉCOLOGIE TROPICALE DE LAMTO (CÔTE-D'IVOIRE)

par Maxime LAMOTTE

E.N.S. de Paris et R.C.P. n° 60 du C.N.R.S.

Depuis décembre 1961 fonctionne en Côte d'Ivoire une Station d'Ecologie tropicale. Elle est installée à la pointe Sud de la savane Baoulé, dans le canton de Pacobo (sous-préfecture de Tiassalé), au lieu dit Lamto. La station a été fondée par l'Ecole Normale Supérieure de Paris avec l'aide du Centre National de la Recherche Scientifique; elle travaille maintenant en liaison étroite avec l'Université d'Abidjan, à qui appartient le territoire mis en réserve (2 500 hectares) et qui a participé récemment à l'agrandissement de ses bâtiments et à son équipement.

La Station abrite en permanence de 6 à 12 personnes qui y effectuent des séjours allant de quelques mois à quelques années. Plusieurs chercheurs de l'ORSTOM viennent y travailler régulièrement depuis Adiopodoumé. Au total plus d'une trentaine de travailleurs scientifiques appartenant à des disciplines diverses — zoologie, botanique, microbiologie, pédologie, géographie, physique — collaborent aux travaux écologiques qui constituent le programme du laboratoire.

Le but général des recherches est d'analyser la composition, la structure, le fonctionnement et l'évolution d'une communauté biologique naturelle, la savane à palmiers Rôniers de Côte d'Ivoire. Autrement dit, de même que l'on s'intéresse à la morphologie et à la physiologie d'un individu, on veut étudier la morphologie et la physiologie d'un écosystème, peuplement complexe formé des populations animales et végétales vivant dans un même milieu.

Ce travail est le prolongement des investigations entreprises dès 1942 dans les savanes et prairies des Monts Nimba (Guinée et Côte d'Ivoire). Il se situe dans la perspective du programme biologique international (P.B.I.) mis en route actuellement dans toutes les régions du globe. Cette confrontation avec les résultats obtenus dans d'autres régions et dans d'autres milieux donne à de telles recherches un surcroît d'intérêt indiscutable.

A titre complémentaire, il est apparu nécessaire de suivre en outre l'évolution de l'écosystème au cours des années. Dans le cas de la savane étudiée, la stabilité n'est en effet maintenue que par le passage annuel du feu; en son absence se produit un accroissement progressif de la strate arbustive. Aussi est-il essentiel d'analyser les effets immédiats comme les effets lointains de ce passage du feu sur les divers constituants végétaux et animaux de la biocénose. Il faut aussi rechercher les effets de l'érosion — avec ou sans feu — sur l'évolution du milieu. Enfin, il a paru indispensable de définir les caractéristiques botaniques de la lisière forestière et ses variations au cours du temps, ainsi que l'action qu'elle exerce sur le peuplement des zones de savane du voisinage.

Trois étapes principales peuvent être définies dans la réalisation du travail entrepris.

1) La première étape est la reconnaissance de la flore et de la faune du territoire étudié. Il s'y ajoute l'analyse des facteurs physiques — climatiques et microclimatiques notamment — de l'écosystème.

2) La seconde est la détermination quantitative de la composition de la biocénose — importance relative des populations des différentes espèces, tant

animales que végétales — et l'étude des variations saisonnières et annuelles de cette composition, ainsi que de ses variations locales.



FIG. 1. — Faciès à *Loudetia simplex* de la savane de Lamto (Cliché Delmas)

3) La troisième étape consiste en l'étude des échanges trophiques au sein de la biocénose : chaînes trophiques, rations alimentaires et productivité des principales espèces. Ces données doivent rendre possible l'établissement du bilan énergétique de l'ensemble de l'écosystème. Des méthodes synthétiques telles que la mesure de l'assimilation chlorophyllienne totale ou de la respiration totale permettront de corroborer les résultats obtenus par la voie analytique.

1. MILIEU, FLORE, FAUNE.

Trois stations météorologiques fonctionnent en permanence depuis plus de sept ans à Lamto, l'une en pleine savane, la seconde en lisière, la troisième en forêt. Les résultats de la première sont transmis régulièrement au Service Météorologique de Côte d'Ivoire. Ils comportent la pluviosité, les températures sous abri (enregistrements, maximums, minimums) et l'hygrométrie (enregistrements hygrogra-

phiques, données psychrométriques et données du Piche). On va enregistrer en outre maintenant les diverses caractéristiques du rayonnement solaire.

Pendant une année complète, un géographe a étudié, à l'aide d'une vingtaine d'enregistreurs thermo- et hygrométriques les différences climatiques intro-



FIG. 2. — Lisière forêt-savane à Lamto. Des palmiers Rôniers sont inclus dans la galerie forestière (Cliché Delmas).

duites par la topographie et par la proximité de la forêt, ainsi que les variations de température à différentes profondeurs dans le sol. Les résultats de ce travail apportent une intéressante contribution à l'étude des différences climatiques introduites par le manteau végétal, forestier ou herbacé. Un important travail consacré aux effets des feux de brousse sur la savane de Lamto comporte également une étude climatique détaillée.

Dès les premiers temps des recherches à Lamto, une étude pédologique et géomorphologique de la région a été entreprise. Le secteur proche de la Station a plus spécialement été l'objet d'une prospection très fouillée, grâce à une densité très élevée de trous et de forages.

L'observation des modifications de la surface du sol sous l'effet de l'érosion a été inscrite au pro-

gramme de travail dès les premiers jours. Des « catena » de mires (des arceaux) ont été établies pour suivre la déformation d'ensemble de la zone étudiée. Plusieurs années sont naturellement nécessaires pour

déceler des résultats sensibles. Le rôle du feu de brousse et de la dénudation du sol qu'il entraîne constitue l'un des problèmes majeurs envisagés dans ces recherches.



FIG. 3 — Aspect de la savane de Lamto après le passage du feu de brousse (Cliché Delmas).

A côté de l'étude pédologique classique, il se poursuit à Lamto une étude particulière de la matière organique du sol et des cycles biogéochimiques des principaux éléments. Des recherches se poursuivent dans ce domaine en fonction des types de sol, de la présence ou de l'absence de feu et de l'intervention de façons culturales diverses.

Enfin l'étude de l'eau du sol, abordée déjà par divers chercheurs biologistes, est reprise actuellement de façon plus synthétique et plus systématique. Le but est de dresser un bilan hydrique du sol en

précisant, mois par mois, la part d'eau qui ruisselle, celle qui pénètre dans le sol et celle qui percole. Il s'agit là de phénomènes réellement essentiels pour la vie de la biocénose.

Dans le domaine botanique, une florule des savanes de la région a été rédigée déjà et diffusée sous forme ronéotypée, ainsi qu'une étude ethnobotanique de la région et un article sur le Palmier-Rônier (*Borassus aethiopum*), élément le plus marquant du paysage. La publication d'une nouvelle florule de la région, illustrée, est prévue.

L'étude systématique de la faune, préalable indispensable à toute recherche écologique, a posé à Lamto des problèmes difficiles. Des travaux préliminaires ont été mis en route dès les premières récoltes, en 1962; beaucoup d'entre eux sont maintenant achevés, et plusieurs publiés. S'ils ont retardé quelque peu la publication de certains résultats écologiques, ils auront eu l'avantage d'apporter une contribution importante à la connaissance de la faune de la Côte d'Ivoire. A l'échelle de la région de Lamto, des travaux ont été ainsi rédigés maintenant sur les Mammifères Rongeurs et Insectivores, les Oiseaux, les Serpents et Lézards, les Amphibiens, les Acridiens, les Mantres, les Pentatomides, les Réduvidés, les Carabiques, les Oligochètes.

Les travaux en cours permettront de traiter des Chiroptères, des Poissons, des Coléoptères Elatériques, Scarabéides, Ténébrionides et Staphylinides, des Myriapodes, des Mollusques et de diverses familles de Lépidoptères et d'Araignées. Seules resteront alors à publier les faunules relatives aux Blattes, aux Nématodes, aux Acariens, aux Collembolés et à quelques autres groupes d'Insectes.

2. LA COMPOSITION DE LA BIOCÉNOSE ET SES VARIATIONS DANS LE TEMPS ET DANS L'ESPACE.

Les travaux de faunistique et de floristique qui viennent d'être brièvement passés en revue n'ont été en fait que des annexes aux recherches écologiques : celles-ci avaient conduit, à la faveur des prélèvements quantitatifs, à des récoltes massives de spécimens de tous les groupes animaux et végétaux. Aussi la seconde étape de nos recherches, qui est l'étude quantitative de la composition de la biocénose et de ses variations dans le temps et dans l'espace, se trouve-t-elle actuellement assez avancée.

Le peuplement végétal a fait l'objet déjà de plusieurs séries de travaux. Durant trois années, les caractéristiques qualitatives et quantitatives du tapis herbacé ont été suivies au cours des saisons. Les résultats accumulés sont considérables, mais leur analyse complète est encore loin d'être faite. Les

arbres et arbustes de la savane font actuellement l'objet de recherches analogues : traits du peuplement, phénologie saisonnière, croissance, repousse après le feu. L'étude des interactions entre Graminées et plantes ligneuses vient d'être abordée.

Les observations sur la végétation naturelle ont été complétées par une expérimentation systématique relative d'une part à l'action du feu de brousse, d'autre part à celle de la coupe de l'herbe et de son utilisation comme engrais. On suit conjointement l'évolution de la matière organique du sol soumis à ces différentes conditions.

Sur le peuplement des petits Mammifères — Rongeurs et Insectivores —, comme sur celui des Reptiles et des Batraciens, deux articles préliminaires récemment publiés font apparaître les principales particularités mises en évidence. Les échantillons prélevés comportent déjà plusieurs dizaines de milliers de spécimens de Reptiles et de Batraciens et donnent une idée précise des cycles saisonniers des populations, de leurs rapports avec les facteurs climatiques, de leurs variations d'une année à l'autre, ainsi que de l'influence des diverses caractéristiques topographiques et physiques du milieu. Un travail analogue est en cours de réalisation sur le peuplement en Oiseaux.

Pour les Invertébrés, les recherches doivent être poursuivies de façon différente selon qu'il s'agit de la strate endogée, de la strate herbacée ou de la strate arbustive et arborée.

Dans le sol, le peuplement en Oligochètes a donné lieu déjà à des travaux assez poussés. La technique utilisée — prélèvement direct en creusant le sol — s'est révélée précise et fidèle. Il a été possible ainsi de mettre en évidence les variations quantitatives du peuplement en fonction du cycle saisonnier, leurs rapports avec les facteurs climatiques, l'influence de la nature du sol sur les caractéristiques qualitatives du peuplement et sur l'équilibre des espèces.

Les Nématodes et les microarthropodes du sol ont été collectés durant tout un cycle annuel, mais les résultats ne sont pas encore complètement dépouillés. Un nouveau cycle de prélèvements va débuter cette année. La taxonomie de ces groupes présente des

difficultés importantes qui retardent l'étude du peuplement. En revanche, les prélèvements des larves de Coléoptères ont déjà permis de réaliser les élevages qui en permettent la détermination.

Au-dessus du sol, le peuplement du Rônier a fourni l'occasion d'une monographie relativement

complète; il en est de même pour le peuplement des *Vernonia*, et pour ceux de *Ptilostigma* et de *Cussonia*.

C'est toutefois le peuplement de la strate herbacée et de la surface du sol qui a fait, et de très loin, l'objet des études les plus poussées depuis mainte-



FIG. 4. — Palmiers Rôniers de divers âges dans la savane de Lamto (Chché Delmas).

nant cinq ans. Une technique précise a été mise au point, comportant des prélèvements sur des surfaces de 1, 4, 9, 25 et 100 m². Pour les plus petites surfaces, on a utilisé souvent des « biocénomètres », sortes de cages en tulle que l'on pose sur le sol à prospecter et qui empêchent la fuite des formes les plus rapides. Plus de 1 000 relevés quantitatifs ont été ainsi effectués.

Le matériel collecté de la sorte est considérable et

son dépouillement quantitatif doit conduire à la publication de nombreux travaux. Pour la première fois se trouve connue avec précision la composition d'un peuplement d'Invertébrés, et cela à toutes les périodes de l'année, au cours de plusieurs années successives, et dans des faciès de savane différant par la composition floristique et par la présence ou l'absence du feu de brousse.

Ces travaux généraux sur le peuplement sont

complétés par des recherches plus détaillées sur chacun des groupes zoologiques.

Parmi ces groupes, les Acridiens, les Mantes, les Réduvidés, les Pentatomides et les Carabiques ont reçu une attention toute particulière. Les Fourmis et les Termites, éléments essentiels de la faune de la savane, occupent l'activité complète de deux chercheurs. Leur étude requiert en effet l'utilisation de techniques particulières : des éléments radioactifs ont été employés à plusieurs reprises.

3° STRUCTURE TROPHIQUE ET PRODUCTIVITÉ.

Les résultats obtenus dans la troisième et dernière étape du programme de recherches — l'étude des chaînes trophiques et des bilans énergétiques — sont encore très dispersés et incomplets.

Dans le domaine des Végétaux, l'étude quantitative des radiations solaires incidentes et de la fraction



FIG. 5. — Savane de Lamto à proximité d'une galerie forestière.
Exécution de relevés quantitatifs de faune sur 25 m² et 100 m² (Chché Gillon)

absorbée, qui vient d'être mise en route cette année à Lamto, après avoir été essayée à Abidjan, apportera des résultats précis sur le premier maillon de la chaîne trophique. Ces résultats doivent être complétés plus tard par la mesure de l'assimilation chlorophyllienne totale.

L'établissement des chaînes trophiques se réalise progressivement, à la faveur des observations réalisées dans chaque groupe zoologique. Les aspects qualitatifs du problème sont maintenant à peu près connus en ce qui concerne les Reptiles et les Batra-

ciens, grâce à l'étude des contenus intestinaux; il en est de même pour les Rongeurs et pour les Oiseaux. Dans le domaine des Arthropodes, de nombreuses observations ont été faites sur les Fourmis, les Termites et, grâce aux élevages, on possède aussi des données précieuses relatives aux Hémiptères, Orthoptères et Lépidoptères.

Des recherches quantitatives sur les rations alimentaires et les bilans énergétiques ont été entreprises pour différentes espèces dont l'importance est essentielle dans le cycle trophique de la savane. Les plus

avancées sont celles qui portent sur les Acridiens; d'autres portent sur des Mantes, des Araignées et des Amphibiens.

L'accès à la connaissance de la productivité de la biocénose, par la voie analytique qui a été choisie, repose sur l'étude de ces bilans alimentaires et sur celle de la démographie des différentes espèces en présence. De cette démographie, l'analyse détaillée des populations tout au long de l'année doit fournir les caractéristiques essentielles : taux de natalité et

de mortalité, durée de vitesse du développement, nombre de générations par an; des élevages permettent de lever certaines incertitudes. Ces résultats conduiront à établir la productivité de l'espèce à partir des biomasses de sa population. L'intégration de toutes ces données à l'échelle de l'ensemble de la biocénose fera connaître la productivité globale de l'écosystème. Dans le cas de la savane de Lamto, le travail est en cours pour certains groupes, mais il reste encore beaucoup à faire dans d'autres.

NOTE SUR L'ACTIVITÉ DU LABORATOIRE D'ÉCOLOGIE TERRESTRE ET LIMNIQUE DE LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

par M^{me} D. SCHACHTER

*Laboratoire d'Ecologie, 1, place Victor Hugo, Marseille 3**

Un Certificat de 3^e cycle d'Ecologie (actuellement D.E.A.) fonctionne à la Faculté des Sciences de Marseille depuis 1958. Il est suivi régulièrement et a abouti à un nombre important de thèses de 3^e cycle.

Dans le cadre de la réforme de l'Enseignement Supérieur, un nouveau Certificat C4 d'Ecologie a été créé en octobre 1967, favorisant le développement de la Recherche écologique à la Faculté des Sciences de Marseille.

A. ORIENTATION ACTUELLE DES RECHERCHES.

Vingt-deux chercheurs (Enseignement Supérieur, C.N.R.S., Thèses 3^e cycle, D.E.S.) poursuivent leurs travaux dans plusieurs domaines de l'écologie :

Ecologie terrestre.

- Ecologie des sols provençaux (terrains salés, dunes, forêts, etc...).

Ecologie limnique.

- Eaux saumâtres du littoral méditerranéen français, y compris la Corse.
- Eaux douces : eaux courantes, torrents, sources, puits, mares temporaires, étangs lacs du midi de la France et de la Corse.

Les recherches couvrent l'Ecologie des groupes zoologiques suivants : Insectes (Coléoptères, Collemboles), Acariens (Oribates, Hydracariens), Crustacés (Copépodes, Cladocères, Isopodes, Amphipodes, Décapodes), Rotifères, Mollusques, Planaires, Lumbri-cidés, Poissons.

Problèmes abordés : Productivité, systématique évolutive, cycles, écophysiologie, éthologie.

Une équipe de recherches pour l'étude des Eaux Saumâtres du littoral méditerranéen, y compris la Corse, a été créée avec l'accord du C.N.R.S.

B. DÉVELOPPEMENT, ORIENTATION.

Actuellement, les chercheurs poursuivent les travaux d'écologie dans le Laboratoire de la Chaire d'Embryologie (Directeur, Professeur M. ABELOOS), surpeuplé et inadapté à ce genre de recherches.

Le développement de l'Ecologie à Marseille, le fonctionnement du D.E.A. d'Ecologie, et la création du nouveau Certificat C4 d'Ecologie, nécessitent non seulement l'affectation rapide des locaux, mais encore la création d'un Institut d'écologie. Marseille est placée au centre même d'un domaine fort varié et intéressant : terrains et étangs salés, forêts, grottes, sources, etc..., offrant à l'Ecologie un terrain de travail très divers.

Cet Institut serait créé au voisinage d'un établissement d'Enseignement supérieur dans lequel l'Ecologie est déjà enseignée. Dans une telle hypothèse, le fonctionnement de l'établissement fournirait des chercheurs et l'Institut constituerait un débouché pour une partie de ces derniers déjà instruits et spécialisés. Par ailleurs, un Institut donnerait la possibilité à ceux qui désirent s'initier à l'Ecologie d'entreprendre des travaux de recherches ou des thèses. Il est probable que les étudiants s'intéresseraient encore davantage à l'Ecologie en raison des possibilités nouvellement offertes.

NOTE SUR L'ACTIVITÉ DE L'ÉQUIPE «EAUX SAUMATRES» DU LABORATOIRE D'ÉCOLOGIE DE LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

par M^{me} D. SCHACHTER

Les eaux saumâtres constituent des milieux nés de la rencontre et du mélange des eaux salées marines et des eaux douces continentales. En raison de leur origine même, ces milieux sont souvent variables et instables.

L'instabilité des eaux saumâtres ne concerne pas seulement le chlore, mais encore tous les autres éléments chimiques, ainsi que les rapports ioniques, soulignant leur caractère complexe en perpétuelle évolution.

Le secteur saumâtre du littoral méditerranéen français (étangs, lagunes, estuaires, eaux temporaires) offre un milieu dynamique, aux conditions physico-chimiques très diverses, variables et instables. En effet, il n'existe aucune corrélation d'un étang à l'autre entre les divers constituants, et même pour les diverses stations prospectées au sein d'une même étendue.

L'étude sur le terrain, jointe à l'expérimentation sur l'influence des facteurs physiques et chimiques (tels : Cl, Ca, O₂, T°, etc.), sur les organismes euryhalins, a mis en lumière le retentissement que ces facteurs peuvent avoir sur l'écologie des populations, sur le taux du développement des espèces, sur l'écologie larvaire, sur le comportement.

L'étude des milieux saumâtres fournit à l'évolution biologique des données précieuses. En effet, les collections d'eau saumâtre, par leurs fortes variations et leurs qualités physico-chimiques, par leur autonomie plus ou moins marquée, constituent un facteur d'évolution, car elles entraînent, par l'isolement de certaines populations, l'apparition de formes particulièrement aptes à une régulation efficace vis-à-vis du milieu ambiant. Dans ces milieux se manifestent

des processus adaptatifs différentiels entraînant la prévalence des quelques génotypes sur d'autres. Les populations des eaux saumâtres, des lagunes, des estuaires fournissent à l'étude de la systématique évolutive et à la génétique des populations un matériel de choix.

La physiologie des animaux euryhalins est tout le temps en éveil, car ils réagissent aux variations physico-chimiques du milieu. La physiologie comparée des populations est riche d'enseignements dans l'étude des adaptations et des catégories subs-spécifiques.

L'étude de la Productivité des eaux saumâtres a été également envisagée. Ces milieux par leur instabilité, sont peu favorables à une étude suivie du cycle de la matière et de l'énergie déterminant les successions nyctémérales et saisonnières. Les résultats sont néanmoins plus rentables lorsque les études sur la productivité sont effectuées dans des stations restreintes et contrôlées au laboratoire. La productivité expérimentale a été tentée sur des écosystèmes restreints aux caractères écologiques constants (micro-climatiques, chimiques, biologiques).

C'est dans cette perspective biodynamique qu'ont été orientés les travaux d'écologie, de biologie, d'éco-physiologie des animaux des eaux saumâtres de la Camargue, des étangs et des lagunes du littoral méditerranéen français.

Il serait souhaitable qu'un programme général puisse être adopté pour l'ensemble des recherches poursuivies sur les milieux saumâtres, au sein des divers laboratoires français s'intéressant à ces problèmes.

LISTE DE QUELQUES PUBLICATIONS RÉCENTES
(EAUX SAUMÂTRES)

(Systématique, écologie, écophysiologie, biologie, dynamique et génétique des populations, productivité)

- BRUN (G.), 1967. — Etude écologique de l'estuaire du « Grand Rhône ». *Bull. Inst. Oc.* (66), 1371, 45 p.
- CASABIANCA (M.L. de), 1967. — Etude écologique des étangs de la côte orientale de Corse. *Bull. Soc. Sc. Hist. Nat. Corse*, (1), 41-74.
- CASABIANCA (M.L. de), 1968. — Sur le cycle annuel des populations de *Corophium insidiosum* Crawford dans l'étang de Biguglia (Corse) et ses variations dans des conditions exceptionnelles. *Vie et Milieu*, Série A, XIX (1-A), 159-164.
- CASABIANCA (M.L. de), KERAMBRUN (P.), 1968. — Etude relative à la présence d'une population de *Sphaeroma ghigi* Arc. (Crustacé Isopode Flabellifère) dans l'étang d'Urbino (Corse orientale). *Rapp. Proc. Verb. C.I.E.S.M.M.* (sous presse).
- CHAMPEAU (A.), 1966. — Contribution à l'étude écologique de la faune des eaux temporaires de la Haute Camargue. *Arch. d'Océanogr. et Limnol.*, XIV, 3, 309-357.
- CHAMPEAU (A.), 1966. — Etats de quiescence déterminés chez les Copépodes d'eau saumâtre par les variations de Chlorinité. *C.R. Ac. Sc. Paris*, 262, 1289-1291.
- CHAMPEAU (A.), 1967. — Etats de quiescence déterminés chez le Copépode Harpacticorde *Clethrocampus retrogressus* Scamk. par des variations de la chlorinité, de la température et par la dessiccation. *C.R. Ac. Sc. Paris*, 265, 248-251.
- KERAMBRUN (P.), 1964. — Génétique et écologie du polychromatisme de l'isopode *Sphaeroma hookeri* Leach. *C.R. Ac. Sc. Paris*, 258, 3579-3580.
- KERAMBRUN (P.), 1966. — Contribution à l'étude génétique et écologique du polychromatisme de l'isopode *Sphaeroma hookeri* dans les eaux saumâtres méditerranéennes. *Bull. Inst. Oc.* (66), 1369, 52 p.
- KIENER (A.), 1967. — Evolution de l'étang de Berre en fonction des grands travaux du C.E.D.F. sur la Durance. *La Houille blanche*, 507-513 (en coll. avec M. LONGUEMARE).
- KIENER (A.), 1968. — L'évolution des populations de Sandre dans deux étangs méditerranéens. *La Terre et la Vie*, 4, 470-491.
- KIENER (A.), SPILLMANN (J.), 1969. — Etude systématique, écologique et biologique des Athérines des côtes françaises. *Mém. Muséum Hist. Nat. Paris* (sous presse).
- SCHACHTER (D.), SENEZ (J.), LEROUX-GILÉON (J.), 1954. — Note préliminaire sur la dystrophie d'un étang du littoral méditerranéen: l'étang de l'Olivier. *Vie et Milieu*, IV, 4, 701-706.
- SCHACHTER (D.), 1954. — Contribution à l'étude hydrographique et hydrologique de l'étang de Berre. *Bull. Inst. Oc. Monaco*, 1048, 20 p. fig.
- SCHACHTER (D.), 1960. — Quelques données sur les caractères morphologiques et biologiques de la Sardine (*Sardina pilchardus* Walb.) de l'étang de Berre. *Bull. Inst. Oc.*, 1075, 23 p.
- SCHACHTER (D.), 1958. — Contribution à l'étude écologique d'un étang méditerranéen. Le plancton de l'étang de l'Olivier (B.-d.-Rh.). *Verh. Intern. Ver. Limnol.*, 13, 676-682.
- SCHACHTER (D.), 1964. — Etude comparative du métabolisme respiratoire de *Sphaeroma hookeri* Leach (Crustacé, Isopode) de la Durangole et des étangs méditerranéens. *C.R. Ac. Sc. Paris*, 259, 2917-2919.
- SCHACHTER (D.), CASABIANCA (M.L. de), 1965. — Contribution à l'étude écologique des étangs de la plaine orientale de Corse. Note préliminaire. *Rapp. P.V. C.I.E.S.M.M.*, 18, 3.
- SCHACHTER (D.), CASABIANCA (M.L. de), KERAMBRUN (P.), 1965. — Contribution à l'étude écologique de *Sphaeroma hookeri* Leach (Isopode Flabellifère) de l'étang de Biguglia (Corse). *Ann. Fac. Sc. Marseille*, 38.
- SCHACHTER (D.), CASABIANCA (M.L. de), TALIN (M.C.), 1966. — Etude comparative du métabolisme respiratoire de *Sphaeroma hookeri* Leach des sources thermales et des étangs saumâtres du bassin méditerranéen. *Rev. Roum. Biologie, Sér. Zoologie*, 11, 3, 219-231.
- SCHACHTER (D.), CHAMPEAU (A.), 1968. — Contribution à l'étude de la Corse. Les Copépodes des eaux stagnantes. *Vie et Milieu* (sous presse).
- SCHACHTER (D.), 1968. — L'Ecologie des eaux saumâtres. Rapport. *Comptes rendus Congrès Int. de Limnologie*, Jérusalem (sous presse).

INFORMATIONS

Les informations fournies ici sont, soit d'origine française, soit d'origine étrangère, soit d'origine internationale. Elles peuvent concerner aussi bien le futur que le passé récent dans un but de documentation.

C.O.M.P.L.E.S. (Coopération Méditerranéenne pour l'Energie Solaire). — Secrétaire Général: Professeur PERROT, Directeur du laboratoire d'héliotechnique, Faculté des Sciences Saint-Jérôme, Marseille 13°.

Organisme international de liaison pour tous ceux qui s'intéressent aux problèmes de l'énergie solaire. Il est évident que beaucoup d'écologistes sont directement intéressés. Voici, à titre d'exemple, le sommaire du bulletin de liaison, n° 15, décembre 1968 :

AVANT-PROPOS	3
RENCONTRE DE GÈNES.	
Température d'un toit — et de façon générale d'un mur — sous l'effet du rayonnement solaire. Son calcul à l'ordinateur, par F.M. CAMIA.	5
Récents travaux en matière de captation indirecte; éléments de catoptrique solaire, par G. PÉRI, L. AIACHE, R. BOMPARD, M. TERRIER.	15
Further studies on the overlapped glass plates air heater, by K. SELCUK	23
Réalisation de convertisseur thermoionique solaire. Essais en rayonnement simulé, par F. FLORET, J.P. DAVID	51
Contribution à l'étude des indicatrices d'émission des métaux, par A. ROPKE, P. GALLET, A. GARAU	61
Influence des paramètres optiques des parois dans l'étude des structures antirayonnantes, par M. PERROT, P. GALLET, J. DESAUTEL, G. PÉRI.	71
Quelques éléments de comparaison pour la production domestique d'eau chaude, par M. ESCONDEUR	77

Contribution à l'étude du stock dans le cas de stockage de l'énergie à haute température et en grande quantité, par H. BOTTA	81
The economics of solar refrigerators derived from thermodynamic considerations, par H. TABOR .	97

EXPOSÉS GÉNÉRAUX.

A brief report about the available solar energy and its importance for the villages and farms in Turkey, par M.O. ULTANIR	105
Le problème des servitudes sur les bases océanographiques et l'utilisation de l'énergie solaire, par M. TOUCHAIS	109
Laser à pompage solaire, par A. FLACH, J.P. DAVID	119
Energie solaire et production végétale, par J. DAMAGNEZ	125
COMMUNICATIONS - INFORMATIONS - NOUVELLES .	127
LISTE DES MEMBRES DU C.O.M.P.L.E.S.	

A.F.E.D.E.S. (Association pour l'Etude et le Développement des Applications de l'Energie Solaire). — Présidée par M. DELSOL. — Adresser la correspondance 23, rue Philibert Delorme, Paris 17°.

La Commission « Effets psychologiques de la lumière » de l'A.F.E. (Association Française d'Eclairage) est présidée par M. DERIBÈRE, Chef du Centre d'Eclairagisme des Lampes MAZDA. — Adresser la correspondance 52, boulevard Malesherbes, Paris 8°.

Séance du 13 février 1969. — *L'utilisation de l'Energie Solaire pour les cultures accélérées d'algues.* Il s'agit

du compte-rendu de la séance d'étude de la section énergie solaire de la Société française des thermiciens qui s'est tenue le 13 février 1969 au siège du *Gaz de France*, 23, rue Philibert Delorme, Paris 17^e, sous la présidence de M. Robert DELSOL.

Les mises au point sont les suivantes :

- Les problèmes biologiques des cultures d'algues, par Alexis MOYSE;
- Les réalisations françaises : la culture de la Spiruline, algue bleue, par M.H. VAN LANDEGHEM;
- La valeur des récoltes. Quantité, qualité, prix de revient, par M^{lle} MEYER (I.F.P.) (on peut regretter que la composition des milieux d'élevage ne soit pas donnée avec exactitude).

Ce petit fascicule peut intéresser tout écologiste cherchant à se documenter sur les travaux actuels, sur leurs difficultés et sur leurs limites.

C.D.D.

Association pour le développement des Sciences et des techniques de l'environnement (A.S.T.E.). — Bulletin de liaison n° 11, juillet 1969. Secrétariat : 1, rue Victor-Hugo, Issy-les-Moulineaux; tél. 736.09.65.

La revue « Mesures » publie les documents de cette association : Objectif immédiat : préparation des journées de l'environnement 1970. Collaboration à la création de la nouvelle commission « l'environnement de l'homme ».

Recueil des conférences présentées aux *Journées françaises de l'environnement 1969*. Editeur : Société VIDETEC, 28, rue du Printemps, Paris 17^e. Ces journées ont connu un très vaste succès, et les actes qui en résultent sont pleins d'intérêt pour les écologistes.

Les thèmes principaux ont été les suivants : Bruits et vibrations, accélérations; décélérations; chocs; environnement thermique; éclairage; environnement magnétique et électro-magnétique; pollution de l'air et de l'eau; la pression hyperbare; progrès récents des techniques de l'environnement.

En lisant ces pages, on peut apprendre beaucoup et trouver de nombreuses sources de renseignements. Cet effort doit être suivi par tous les fondamentalistes.

C.D.D.

Le Comité régional d'étude pour la protection et l'aménagement de la Nature (C.R.E.P.A.N.), Caen, étend actuellement son action au seul département du Calvados. Toutefois, une filiale dans l'Orne est en cours

de création, un comité en Haute-Normandie (Seine-Maritime et Eure) se crée à son instigation et il est en étroites relations avec la Société de la Manche, affiliée à la Société de Protection de la Nature en Bretagne. Il se créera donc dans l'avenir une Fédération normande. Le C.R.E.P.A.N. est membre de la *Fédération française des Sociétés de Protection de la Nature*.

C'est donc avant tout une société de protection de la nature. Toutefois, son organisation actuelle vise plus à une action directe qu'à un recrutement de masse. Le Conseil d'Administration se compose pour un tiers d'administratifs, pour un tiers de scientifiques, pour un tiers d'« usagers de la nature » (cf. : liste ci-jointe). C'est donc un lieu de rencontre où s'élaborent les actions directement entre responsables et intéressés.

Etude de la protection de la nature, veut bien sûr dire, à l'heure actuelle : écologie. C'est pourquoi il nous a paru utile de signaler ce Comité.

Etude de l'Aménagement de la nature suggère aussi la mise à la disposition de l'homme de celle-ci, mais en tant que partie de la nature, c'est l'insertion de l'homme dans son milieu naturel de vie : il s'agit en somme « d'écologie humaine ».

L'articulation du C.R.E.P.A.N. avec l'unité de Recherche d'Ecologie permet au Comité d'appuyer ses études sur des bases scientifiques, et inversement au groupe des chercheurs de faire déboucher leurs études sur des actions pratiques.

Le maintien d'un équilibre naturel dans notre monde moderne exige le concours de tous. L'action sera d'autant plus efficace qu'elle sera entreprise à l'échelon local.

Le Centre d'Ecologie humaine appliquée de Haute-Normandie

Le 17 juillet 1968 a été créé, à Rouen, le Centre d'Ecologie humaine appliquée de Haute-Normandie. Le but de cette création a été exposé au cours d'un colloque « Départ », en novembre, dont le thème était « Science et Cité ».

C'est la première fois, en France, que se constitue une équipe de travail qui s'intéresse au « développement de l'habitat humain dans son ensemble », selon la définition donnée par son Président, également Président de la Chambre de Commerce et d'Industrie de Rouen.

L'objectif des architectes (exposé de M. ROBINSON) est « la mise à la portée des maîtres d'œuvre d'une analyse complète des critères qui permettent une adaptation parfaite de l'habitat à l'homme ».

Le Centre d'Ecologie humaine appliquée de Haute-Normandie nous a transmis l'article suivant pour insertion, dans lequel il expose ses objectifs :

« Le Centre est né de la prise de conscience, par un groupe de travail, du fossé énorme qui existe entre les hommes qui agissent et ceux qui étudient.

Il est apparu, en effet, à ce groupe de travail, que d'une part, une masse d'énergie est dépensée en études, en expérimentations et réalisations de prototypes, et que, d'autre part, les hommes d'action, Maîtres d'Œuvre et d'Ouvrage, Entrepreneurs, etc..., n'étaient pas ou peu informés des conséquences pratiques directement utilisables qui découlaient de ces expériences.

Ce groupe de travail a pris l'initiative de constituer le Centre en Association 1901 en lui donnant pour objectif d'être, par tout moyen, le relais permettant aux hommes d'action de bénéficier concrètement des expériences acquises.

Les moyens qu'il utilise sont très divers. Ils comportent :

— la constitution de groupes de travail sur des thèmes très précis.

Ces groupes de travail feront appel aux personnalités ayant vécu une expérience concrète.

— le lancement d'un Bulletin qui tendra de plus en plus à être un relai d'informations.

— la conception de visites de chantiers, de programmes, etc... avec présentation technique soigneusement préparée.

— l'organisation de séances d'information suivies de visites d'application sur les moyens modernes de gestion (par exemple : informatique, ordinateur).

— la coordination d'études ayant des objectifs opérationnels directs.

— la mise à la disposition des adhérents d'un plan de classement de documentation sur l'Ecologie.

— la conception d'un bulletin permettant à chacun d'accroître son champ d'informations.

Cette liste de moyens n'est évidemment pas limitative.

Le Centre a dépassé le stade des projets et est entré maintenant dans la phase de fonctionnement.

— une première étude vient d'être lancée.

Elle a pour objectif pratique de fournir un dossier technique des conditions de réussite de l'implantation de quartiers nouveaux dans des bourgs ruraux existants.

— le premier groupe de travail est annoncé dans le bulletin n° 1 qui paraît en septembre.

Il traite de la gestion budgétaire des chantiers et entreprises.

— le mois de septembre verra se dérouler les premières visites commentées.

— d'ici décembre, seront également réalisés :

- un autre groupe de travail sur un thème très précis concernant l'industrialisation;

- un ensemble de visites commentées sur l'Informatique et la Construction;

- des visites de réalisations originales;

- le plan de classement de la documentation qui est à ce jour réalisé à 80 %;

- les bulletins d'informations 2 et 3.

Tout ceci, malgré le désintéressement de tous, suppose et des frais de fonctionnement et des énergies bénévoles. Aussi, comptons-nous sur un nombre toujours accru d'adhérents pour faire vivre cette plateforme qui est au service de tous. »

Aspects scientifiques et techniques de la protection phytosanitaire en forêt

« Centre Culturel de l'Ancienne Abbaye des Prémontrés »

Ce colloque, qui a eu lieu du 12 au 14 novembre 1969, a été organisé par le Comité Scientifique de Lutte Biologique sur l'Action concertée « Lutte biologique en forêt », sous l'égide de la Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique.

Cette réunion s'est déroulée à Pont-à-Mousson, avec un programme très complet concernant la Processionnaire du Pin, la Tordeuse du Mélèze, le dépérissement du Pin maritime et *Matsucoccus feytaudi* et les équilibres biologiques et les structures de la protection phytosanitaire en forêt.

Il est évident que la plupart des sujets traités l'ont été dans un esprit strictement écologique.

Messieurs AIGRAIN, BOVEY et GRISON ont fait les exposés introductifs.

Pour tout renseignement complémentaire, s'adresser à M. GRISON (Vice-Président), Station de Recherches de lutte biologique et de Biocoenotique, 78 - La Minière par Versailles (Yvelines).

Commission de Spéléologie du C.N.R.S.

Liste des laboratoires et des chercheurs (France), 1969, n° 1 (Laboratoire Souterrain du Centre National de la Recherche Scientifique, 09-Mouils).

Il s'agit d'un inventaire des chercheurs travaillant en France sur les questions souterraines : liste alphabétique des chercheurs, liste des laboratoires, liste des chercheurs libres, liste des chercheurs classés par spécialités, spéléo-physique.

Ce premier document sera très utile à tous les écologistes intéressés par le domaine souterrain. Il est possible qu'il y ait quelques omissions. Les membres intéressés sont priés de se mettre directement en rapport avec le Laboratoire souterrain.

Announce de colloque : *The Scientific Management of Animal and Plant Communities for Conservation.*

Ce colloque est organisé par la British Ecological Society (International Symposium at University of East Anglia, Norwich, England) du 7 au 9 juillet 1970.

Pour plus de renseignements, s'adresser au Docteur DUFFEY, The Nature Conservancy, Monk's Wood Experimental Station, Abbots Ripton, Huntingdon, Grande-Bretagne.

Journées d'Etude G.E.R.P. (Groupe d'Etudes et Recherches sur le Paysage, Paris 1^{er}, 272, rue Saint-Honoré), 24-25 avril 1969, Institut National Agronomique.

— Les mécanismes des paysages, par Jean BLANC.

— Architecture du Bassin Parisien, par MM. COGNET et BOUBAUD.

Baucoup d'informations utiles fournies par un groupe très vivant et actif.

Ecological Anthropology. A training Program of the Department of Anthropology. *Columbia University.* Program Director : Andrew P. VAYDA, 466 Scherherhorn. Columbia University, New York, New York 10027.

Centre International pour le Développement (C.I.D.), 22, rue Victor Noir, 92 - Neuilly-sur-Seine, Tél. : 637 23 89. Président : Josué de CASTRO.

Le Centre veut jouer un rôle de critique et de promoteur dans les grands projets d'aménagement et d'Economie sur le plan international. Ses objectifs sont entièrement désintéressés.

RÉUNIONS DANS LE CADRE DE LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'ÉCOLOGIE

Réunion commune sur l'Enseignement de l'Ecologie au niveau du Second Degré

Une première réunion de ce groupe de travail a eu lieu du 26 au 28 octobre 1969 à la Faculté des Sciences d'Orsay, sous l'égide de l'Association des Professeurs de Biologie et Géologie de l'Enseignement Public (29, rue d'Ulm, Paris 5^e) et de la Société Française d'Ecologie (Secrétariat: Laboratoire d'Ecologie Générale du Muséum National, 4, avenue du Petit-Château, 91-Brunoy, Essonne).

Ont été traités les sujets suivants :

— Esprit et buts de l'Ecologie, par G. LEMÉE, Professeur à la Faculté des Sciences d'Orsay, Président de la Société française d'Ecologie.

— Problèmes d'unités en Ecologie, par B. DUSSART, Maître de Recherches au C.N.R.S., Muséum National, Paris.

— Ecosystèmes, Chaînes alimentaires. Productivité, par M. LAMOTTE, Professeur à la Faculté des Sciences de Paris.

— Préférendums et niveaux d'activité, par G. RICHARD, Professeur à la Faculté des Sciences de Rennes.

— Méthodes de description de la végétation et de cartographie, par C. SOUCHON, Maître-Assistant à la Faculté des Sciences de Paris et G. ROUX, Assistant à la Faculté des Sciences d'Orsay.

— Méthodes d'étude relatives à la structure d'une population ou d'un peuplement animal, par J.R. LE BERRE, Professeur à la Faculté des Sciences d'Orsay.

— L'Ecologie appliquée à la conservation et l'aménagement de la Nature, par J. DORST, Professeur au Muséum, Paris.

— Démonstrations sur :

- Cartes de la végétation (Organ. : Labo Prof. GUINOCHE, Orsay);
- Pédologie-Compétition (Organ. : Labo Prof. LEMÉE, Orsay);
- Préférendums (Organ. : Labo Prof. LE BERRE, Orsay);
- Milieu aquatique (Organ. : Labo M. DUSSART, Muséum).

— Excursion en forêt de Fontainebleau : les groupements végétaux, leur description, influence des divers facteurs sur leur localisation et leur évolution (Organ. : Labo Prof. LEMÉE, Orsay).

Les thèmes des activités ont été choisis de façon à permettre la discussion aussi bien sur les problèmes théoriques que sur les applications pédagogiques. Ceux qui en avaient le loisir ont pu préparer les questions qu'ils désiraient poser sur ces sujets : chaque exposé de 3/4 h. à 1 h. a été suivi d'un débat.

Le Conseil et le Bureau souhaitent vivement que tous les collègues intéressés se mettent en rapport avec les deux responsables en vue de discussions et de réunions futures (M. G. LAISNE et M. LEMÉE). Le Bureau souhaite également qu'une association similaire se crée pour l'enseignement de l'écologie dans l'Enseignement Supérieur.

Compte rendu de la 1^{re} réunion du Groupe de Travail

« PHYSIQUE DE LA BIOSPHERE »

Société française d'Ecologie

Versailles - Virelles (Belgique)

25-26 septembre 1969

Etaient présents :

MM. BÉNARD, Laboratoire maritime de Luc-sur-Mer (Calvados - 14);

ECKARDT, C. E. P. E., B. P. 1018, 34 - Montpellier;

GALOUX, accompagné de M. SCHNOCK, Station des Eaux et Forêts, Groenendaal-Hoeilaart (Belgique);

GOILLOT, Service de Métrologie, C. N. R. A., route de Saint-Cyr, 78 - Versailles;

de PARCEVAUX, Station de Bioclimatologie, C. N. R. A., route de Saint-Cyr, 78 - Versailles;

PERRIER, Station de Bioclimatologie, C.N.R.A.,
route de Saint-Cyr, 78 - Versailles;

VANNIER, Laboratoire d'Ecologie générale,
4, avenue du Petit-Château, 91 - Brunoy.

De plus, M. BALDY nous a accompagné en Belgique.
M. le Dr LAMBERT n'a pas pu assister à cette réunion.

Programme

Versailles, 25-9-1969 :

Matinée. Présentation et visite des laboratoires de la
Station de Bioclimatologie.

Après-midi. Visite de la Station expérimentale de
La Minière.

Virelles (Belgique), 26-9-1969 :

Matinée. Visite de la Station expérimentale d'Eco-
climatologie dirigée par M. GALOUX.

Après-midi. Echanges de vues. Discussion. Elabora-
tion d'un programme de travail.

Présentation

— Au laboratoire de Luc-sur-Mer, M. BÉNARD étudie
les grandeurs physiques et chimiques de la zone de bal-
ancement des marées et leurs incidences biologiques.

— Au C.E.P.E., M. ECKARDT et ses collaborateurs
étudient l'écophysologie des écosystèmes spontanés et
particulièrement les échanges gazeux, l'utilisation des
produits de la photosynthèse et selon le modèle de Wit,
la quantité d'énergie fixée en relation avec la production
primaire.

— A Virelles, M. GALOUX et ses collaborateurs étu-
dient, depuis 1963, la productivité primaire et second-
aire d'une parcelle forestière et plus spécialement d'une
faune détaillée les bilans énergétiques et hydriques.

— A Brunoy, M. VANNIER s'intéresse à l'étude du
microclimat du sol (forêt) afin de décoder son influence
sur la faune du sol.

— Le Département de Bioclimatologie de l'I.N.R.A.
étudie principalement les facteurs de production des
cultures par les méthodes des bilans hydrique et éner-
gétique, ainsi que l'action du climat sur le développe-
ment des plantes arbustives ou florales. Les applications
agronomiques sont recherchées (irrigation, cultures sous
abri, brise-vent...).

Visites

Station expérimentale de La Minière - INRA.

Le dispositif actuel a été mis en place en 1968 et
a commencé à fonctionner en 1969. Différents types de
mesures y sont effectués, sur une culture de maïs.

- Rayonnement à l'extérieur et dans le couvert
végétal - Composition spectrale.
- Bilan d'énergie
 - dans le couvert végétal
 - au niveau de la feuille
(3 méthodes différentes pour la mesure des
résistances).
- Détermination des flux H_2O , CO_2
 - 4 méthodes différentes de détermination du
coefficient de transfert
 - évaporation réelle instantanée (1 heure).
- Détermination de la photosynthèse.
- Phénologie - Etude de la surface foliaire.

Station expérimentale de Virelles - Eaux et forêts - Bel- gique.

Le dispositif a été mis en place en 1963 et on dis-
pose actuellement de plusieurs années de mesures très
complètes concernant :

- le bilan énergétique,
- le bilan hydrique,
- l'étude de la Biomasse,
- la pénétration de la lumière et du rayonnement
dans le couvert en fonction de la surface d'inter-
ception (feuille, branche, tronc) et de l'angle d'in-
cidence des feuilles.

Echange de vue et projet de programme

La prochaine réunion aura lieu les 15 et 16 jan-
vier 1970 à la Station d'Ecologie Générale de Brunoy.
M. VANNIER se chargera d'organiser cette réunion.

Deux autres réunions ont été prévues, l'une fin avril
au C.E.P.E. de Montpellier et en Camargue et l'autre,
début septembre, au laboratoire maritime de Luc-sur-
Mer. Les dates précises seront fixées ultérieurement.

Projet de travail du groupe « Physique de la Biosphère »

1. — Extraire des normes AFNOR tout ce qui con-
cerne la « Physique de la biosphère » et la biologie.

Un premier travail sera immédiatement entrepris par
M. BÉNARD et sera repris par M. GOULOT. Il pourrait
donner lieu à une publication assez rapide.

2. — *Etablissement d'un lexique et d'un vocabulaire* concernant la « Physique de la biosphère » en vue d'unifier nos modes de langage.

Ce lexique comporterait :

- des définitions,
- les symboles courants utilisés,
- les unités de mesure.

3. — *Etablissement de fiches instrumentales*. Un premier modèle sera fourni par M. BENARD.

Ces fiches comporteront :

- une description de l'appareil,
- ses différentes qualités,
- le champ d'exploitation,
- une bibliographie s'y rapportant.

Pour éviter toute publicité, le nom des revendeurs ne sera pas mentionné. Ils pourront néanmoins être obtenus par contact direct avec le laboratoire ayant établi la fiche.

4. — *Traitement des informations obtenues* par les différents laboratoires dans le domaine de la « Physique de la biosphère ».

L'établissement préalable des trois premiers points devrait faciliter les problèmes d'organisation et de dépouillement des données avec une possibilité de centralisation sur un centre de calcul équipé en conséquence.

5. — *Théorie et méthodes* : susceptibles d'intéresser les écologistes.

6. — *Le Groupe de Travail* souhaite voir publier des informations générales concernant la physique de la biosphère telles que, par exemple, le programme de l'U.N.E.S.C.O. en la matière.

7. — *Organiser les réponses à un courrier des lecteurs*.

Point important. — La réalisation effective de ce travail est liée à une diffusion adéquate.

En particulier, la diffusion des informations concernant les chapitres 1, 2, 3 et 5 exigent la publication de fiches de format standard 14,5 × 21 (norme AFNOR) sur papier fort (type Bristol) de façon à être faciles à manipuler par les utilisateurs écologistes.

Ces publications doivent être assurées pour de nombreuses années dans le même format pour permettre un renouvellement permanent.

Le Groupe de Travail « Physique de la Biosphère » demande à la Société d'Ecologie de prendre en charge ces publications, soit dans le bulletin de la Société, soit simultanément dans plusieurs revues d'Ecologie relevant

du même éditeur, de façon à toucher le maximum de personnes susceptibles d'être intéressées.

Les chapitres 6 et 7 trouveraient naturellement leur place dans le bulletin de la Société.

Compte rendu du SYMPOSIUM INTERNATIONAL DE RADIOECOLOGIE (Cadarache, 8 au 12/9/1969)

Loin de toute pollution et de toute nuisance, dans le cadre à la fois austère et confortable du château de Cadarache, les représentants de 23 pays et de 3 organisations internationales, A.I.E.A., O.C.D.E. et Euratom ont animé du 8 au 12 septembre 1969, le Symposium International de Radioécologie organisé par le Département de la Protection Sanitaire du Commissariat à l'Energie Atomique.

Parmi les délégations, on relevait une importante représentation soviétique et américaine. L'Euratom avait également prouvé son intérêt à ce colloque en y déléguant M. RECHT, Directeur de la Protection Sanitaire, accompagné d'une dizaine de personnes.

L'importance de la participation étrangère s'explique à la fois par l'essor actuel de la radioécologie à travers le monde et par la place prise par la France dans cette discipline grâce aux équipes constituées dès 1960 au sein du C.E.A. et regroupées actuellement au sein de la Section de Radioécologie, ce qui en concentrant les efforts a augmenté l'efficacité.

Ce symposium était placé sous la présidence du Professeur COURRIER, Secrétaire Perpétuel de l'Académie des Sciences et Professeur au Collège de France.

Les travaux étaient répartis en six sessions dont les thèmes étaient les suivants :

- Transfert des radionucléides dans les eaux.
- Cycle des radionucléides dans les écosystèmes aquatiques.
- Transfert des radionucléides dans les sols.
- Transfert des radionucléides dans les plantes cultivées et les produits alimentaires.
- Cycle des radionucléides dans les écosystèmes terrestres.
- Effets des rayonnements sur les écosystèmes.

Le Professeur GLOYNA de l'Université du Texas ouvrit les débats avec un exposé sur les études entreprises dans son Institut pour la lutte contre la pollu-

tion des rivières. Il présente en particulier un modèle de veine liquide de 70 mètres de long qui permet les études les plus diverses tant en hydrologie qu'en sédimentologie et même en biologie par la possibilité d'introduire des espèces vivantes dans le système. Cette installation est également dotée d'appareils d'enregistrement continu qui permettent le traitement ultérieur des informations par les méthodes les plus modernes. Monsieur GLOYNA insista également sur les interactions entre les différents types de pollution (classique et radioactive) ainsi que sur l'intérêt des modèles mathématiques.

Du côté français, M. PICAT exposa l'étude effectuée par la Section de Radioécologie sur l'évolution de la contamination en césium des canaux d'irrigation alimentés par le Rhône. Les quantités actuellement disséminées dans cette zone sont très faibles, de l'ordre de 1 curie, mais les mécanismes sédimentologiques ont pu être mis en évidence, ce qui est fort intéressant pour les études de prospective.

De nombreuses autres études sur la contamination des cours d'eau furent présentées par M. TASOVAC (Yougoslavie) pour le Danube, par M. CANTILLON (Belgique) pour la Meuse, par M. WANDERER (Autriche) pour une rivière autrichienne, par M. WLODEK (Pologne) pour un étang polonais et par M. de BORTOLI (Italie) pour les lacs italiens.

Madame ISKRA (U.R.S.S.) exposa une étude analogue sur la migration des radionucléides naturels : ^{238}U , ^{232}Th , ^{226}Ra .

M. BENINSON (Argentine) parla des recherches consacrées au transfert et à la fixation des produits de fission de quelques espèces dulciicoles, l'équilibre n'étant pas atteint. Cette étude est un exemple de collaboration internationale. Menée simultanément sur le terrain et en laboratoire, elle est effectuée en étroite collaboration avec l'équipe française de M. BOVARD (Chef de la Section de Radioécologie du C.E.A.).

La communication de M. POLIKARPOV de l'Institut des mers du Sud à Sébastopol, connu par son livre sur la radioécologie des systèmes aquatiques, édité en anglais, a été très suivie par l'auditoire.

L'étude de la migration des radionucléides naturels dans les sols et de leur transfert à la plante et aux écosystèmes fit l'objet d'importantes communications présentées par Madame VERKHOVSKAYA, Professeur à l'Institut de Biochimie de l'Académie des Sciences de Moscou, qui remplaçait à la tête de la délégation russe, l'académicien BARANOV retenu par la maladie.

Du côté français, M. DELFOUX du Laboratoire de Botanique et de Biogéographie de l'Université de Toulouse a montré qu'il existait une double sélectivité de

l'absorption du radium et de l'uranium par les végétaux : variations entre espèces vis-à-vis d'un même radionucléide et comportement différent de chaque espèce vis-à-vis de l'uranium et du radium.

Des études très sérieuses et plus théoriques sur le rôle de la matière organique sur le mouvement des radionucléides du sol furent présentées par Messieurs HIMES (Ohio Agricultural Research, U.S.A.), FUHR (Julich, Allemagne) et SAAS (Section de Radioécologie, C.E.A., France).

La contamination des cultures par le cobalt, le césium et le strontium, fut abordée par plusieurs orateurs, KIRCHMANN (Mol, Belgique), POELSTRA (Wageningen, Pays-Bas, MYTTENAEER (Euratom) et GUENELON (France).

MM. BOVARD, DELMAS, DISDIER et GRAUBY présentent une étude de radioécologie nettement appliquée et intéressante sur le plan sanitaire puisqu'ils fournissent l'équivalence chiffrée entre le taux de contamination de l'eau d'arrosage (irrigation par aspersion) et celui de la contamination résultante de plusieurs cultures : haricots verts, tomates, salades, pommes de terre et maïs.

Plusieurs communications ont porté sur le constat d'accumulation plus ou moins importante de radionucléides en certaines situations. Parmi ces travaux, nous en citerons deux :

- l'étude finlandaise sur le passage dans la chaîne alimentaire de la radioactivité naturelle et artificielle,
- l'étude de Madame ALVAREZ-RAMIS sur les conséquences de l'accident du B-52 américain en 1966 près du village de Palomarès.

Au cours des différentes réunions, est apparu le souci des radioécologistes d'exprimer sous forme mathématique leurs résultats en vue :

- 1°) de définir, par traitement mathématique, les corrélations éventuelles entre les variations des paramètres du milieu et la contamination observée;
- 2°) de prévoir l'effet dans le temps des différentes formes de rejet sur l'accumulation des radionucléides.

Des essais dans ce sens ont été tentés par M. FOULQUIER (Section de Radioécologie) dans le domaine atmosphérique.

La dernière session a été consacrée à l'étude de l'effet des rayonnements sur les écosystèmes. Deux expériences d'irradiation chronique gamma « in situ » ont été présentées à cette occasion :

- l'une par M. FRENCH (Los Angeles, U.S.A.) portant sur un écosystème désertique (8 hectares dans le désert de Mojave),

— l'autre par M. BOVARD (France) sur un écosystème méditerranéen (7 hectares de la garrigue de Cadarache).

Ces projets prévoient non seulement l'observation des modifications somatiques ou physiologiques que pourraient subir les espèces vivantes, mais également l'étude des modifications éventuelles des équilibres biologiques.

Une discussion animée par le Docteur JAMMET, Chef du Département de la Protection Sanitaire du C.E.A., clôture ce symposium.

Plusieurs points peuvent être dégagés de cette conclusion. Tout d'abord sur quels radionucléides doivent porter les efforts : les produits de fission ou les produits d'activation ? Les avis sont partagés. Il semble, comme l'a dit M. BOVARD, que ce choix doive être commandé par la nature des problèmes et le cycle de l'élément. Ainsi pour les cycles courts, les produits à vie courte prendront plus d'importance, alors que les produits de fission comme strontium et césium garderont toute leur importance dans les cycles longs.

Au choix du nucléide s'ajoute le choix du milieu à étudier. Ici aussi, comme l'a fort bien fait remarquer M. AVARGUES, plusieurs tendances s'affrontent, les tenants d'une radioécologie qui relève d'une motivation fortement orientée vers des applications pratiques et notamment des applications utilitaires et les tenants

d'une radioécologie plus universitaire, plus libre dans le choix de ses objectifs qui vise à une amélioration des connaissances, sans motivation utilitaire.

M. RECHT reprenant la communication de M. BOVARD pense pour sa part que davantage que la connaissance d'un transfert particulier, le problème des équilibres est essentiel pour l'écologie.

La discussion porta ensuite sur les modalités d'investigations les plus fructueuses. Il fut en particulier question de l'importance prise en radioécologie par les méthodes statistiques modernes ainsi que par l'informatique, ce qui exige l'installation d'équipements lourds souvent très onéreux.

Enfin, en conclusion, le Docteur JAMMET fit ressortir l'intérêt de la radioécologie hors de son propre domaine. Cette discipline joue déjà un rôle indéniable en hygiène publique et industrielle, aussi bien pour l'évaluation des risques de divers ordres liés au développement de l'énergie nucléaire que pour la prévision des conséquences des émissions volontaires ou accidentelles de produits radioactifs, tant sur le plan sanitaire que sur le plan économique.

Mais le champ de la Radioécologie semble devoir s'élargir et s'identifier davantage à celui de l'Ecologie classique à laquelle elle apportera ses techniques particulières.

LIVRES EN LANGUE FRANÇAISE CONSACRÉS A L'ENSEIGNEMENT DE L'ÉCOLOGIE

Alain LACOSTE et Robert SALANON, 1969. *Éléments de Biogéographie*. Collection « Fac », Fernand Nathan, Paris, 190 pages, 59 figures.

Cet ouvrage publié chez Fernand Nathan dans la collection « Fac », rubrique Géographie, s'adresse donc en premier lieu à des étudiants géographes : il a cependant été rédigé par deux biologistes familiers des méthodes et des problèmes de la Phytosociologie et de l'Écologie végétale, A. Lacoste et R. Salanon, maîtres-assistants à la Faculté des Sciences de Nice. Il est divisé en quatre parties :

- La première est consacrée, d'une part à l'étude de la répartition des êtres vivants et de ses causes (chorologie, 22 p.), d'autre part aux problèmes liés à la définition et à la description des biocénoses, à leur déterminisme et à leur évolution sous l'influence des facteurs écologiques (biocénologie, 47 p.).
- La deuxième partie constitue un « abrégé » de pédologie (45 p.) et dans la troisième partie sont repris plus en détail certains aspects des facteurs climatiques, l'accent étant mis sur la notion de microclimat (17 p.).
- Les auteurs passent enfin en revue les principales biocénoses selon les grandes zones de végétation (34 p.).

Bien que ce livre ne puisse satisfaire parfaitement, à cause de sa concision (190 p. en tout), les spécialistes des diverses disciplines jugeant les chapitres qu'ils connaissent le mieux, il apporte sur de très nombreux points une information succincte mais précise. Le style clair, la présentation agréable, l'illustration abondante, la présence d'une liste bibliographique générale sont à noter. On peut aussi utiliser avec profit l'index de 300 mots environ, très soigneusement établi et disposer ainsi d'un petit dictionnaire biogéographique, écologique et pédologique. Au niveau choisi, il s'agit d'un texte de base qui sera certainement apprécié surtout par les étudiants et les maîtres de l'Enseignement Secondaire.

Il est intéressant de remarquer à propos de la parution de cet ouvrage l'échange ainsi réalisé entre Biologistes et Géographes : il faut souhaiter qu'à l'aide

de tentatives de ce genre les aspects synthétiques de l'Écologie puissent être fréquemment mis en valeur.

C. SOUCHON

P. DUUVIGNEAUD et Collaborateurs. *L'écologie, science moderne de synthèse*. Vol. 2 : « Ecosystèmes et biosphère ». Un vol., 135 pages. Bruxelles, Ministère de l'Éducation Nationale et de la Culture, 1967.

Le second volume de cet ouvrage, seul paru, traite des écosystèmes et de la biosphère. Après avoir défini les principaux concepts tels que chaînes alimentaires, flux d'énergie, productivité primaire et secondaire et donné de nombreux exemples numériques l'auteur expose rapidement les grands cycles biogéochimiques. Quatre types particuliers d'écosystèmes sont choisis comme exemples concrets : l'étang, l'océan, la forêt, le sol. Chaque étude est centrée sur une grande planche en couleurs qui est abondamment commentée. Les chapitres consacrés à la biosphère sont axés sur les problèmes, fondamentaux à l'heure actuelle, de rendement et de productivité, la biosphère étant ainsi source de bien-être et de richesse pour l'homme. Le livre se termine par un chapitre consacré à l'avenir de l'écologie.

L'auteur de cet ouvrage a regroupé une très grande quantité de données numériques dont il ne semble exister l'équivalent dans aucun autre traité d'écologie. Il a su en outre utiliser ces données pour réaliser une synthèse qui abonde en idées originales intéressant aussi bien le biologiste que le géographe, le sociologue ou l'économiste. Toute personne cultivée devrait avoir lu ce livre qui démontre avec évidence que « les méthodes et les perspectives de l'écologie doivent avoir leur place dans le gouvernement des hommes ».

G. LEMÉE. *Précis de biogéographie*. Un Vol. 358 pages. Masson éditeur, 1967.

Le Professeur LEMÉE, de la Faculté des Sciences d'Orsay traite dans cet ouvrage de la biogéographie telle que la caractérisent certains botanistes, c'est-à-dire à la fois la biogéographie au sens strict et de l'écologie

au sens plus restreint de la plupart des zoologistes. Bien que botaniste l'auteur a choisi ses exemples à la fois dans le règne animal et dans le règne végétal.

La première partie est consacrée à l'étude de la répartition géographique des êtres vivants et à ses causes. La seconde partie étudie l'action des facteurs du milieu et leur rôle dans la répartition des êtres vivants, c'est-à-dire ce que l'on a coutume d'appeler l'autoécologie. A propos de l'étude des facteurs biotiques les problèmes relatifs aux chaînes alimentaires, aux pyramides écologiques, aux transferts de matière et d'énergie sont sommairement évoqués.

La troisième partie traite de la biocénétique, c'est-à-dire des communautés d'organismes, de leurs caractéristiques et de leur évolution. Enfin la quatrième partie décrit les grandes formations biologiques du globe.

Bien écrit, agréable à lire, illustré de photographies très démonstratives, ce livre comble une lacune dans la littérature de langue française.

LOISEAU (J.E.), 1967. *Cours de géobotanique* (Ecologie, phytogéographie, phytosociologie). Notions fondamentales. Illustration prise de préférence dans le cadre régional. Laboratoire de Botanique de la Faculté des Sciences, 4 et 6, rue Ledru, Clermont-Ferrand. 173 pages.

Cours polycopié : les facteurs du milieu, notions fondamentales d'Ecologie générale. Concepts d'Ecosystème et de niche écologique, Géographie botanique ou phytogéographie. Etude de quelques types de végétation et de milieux. Cartographie de la couverture végétale et des types de milieux. A signaler en outre : bibliographie régionale pour l'Auvergne.

C.D.D.

MARCHE-MARCHAD (J.), 1969. *Le monde animal en Afrique intertropicale*. Editions de l'Ecole, 11 rue de Sèvres, Paris 6^e, 607 pages, 450 illustrations.

Ce livre, fort bien présenté, est un ouvrage d'enseignement destiné aux élèves de l'Afrique francophone au niveau du secondaire et, à notre sens, du supérieur.

59 chapitres ont été rédigés par MARCHE-MARCHAD et un certain nombre de collaborateurs.

Les premiers chapitres traitent des milieux au niveau d'une localité précise; exemple : la faune des eaux douces en Afrique intertropicale, la mangrove, les côtes sableuses, les côtes rocheuses, le peuplement animal des grandes zones de végétation terrestre.

Les chapitres suivants traitent de l'ensemble de la zoologie basée sur l'analyse élémentaire d'animaux africains faciles à se procurer.

L'Auteur souligne que ce livre, étant le premier du genre, peut comporter des lacunes et des erreurs. Mais, Théodore MONOD, dans la préface, dit : « C'est en fait exactement le manuel que j'aurais souhaité trouver moi-même en arrivant il y a quarante-six ans en Afrique Occidentale ».

Il est incontestable que ce livre doit fort bien atteindre son but. Il est très didactique, simple et clair; et si les utilisateurs en connaissent toute la substance, ils auraient incontestablement une excellente culture de base; et c'est à l'honneur des Auteurs d'avoir su assumer cette tâche.

C. D. D.

J.M. PÉRÈS et L. DEVÈZE. *Océanographie biologique et biologie marine*. Vol. I : La Vie benthique, 541 p.; Vol. II : La Vie pélagique, 514 p. Presses Universitaires de France, 1961, 1963.

Ce petit traité d'océanographie biologique est précieux car il apporte au lecteur, sous un faible volume, une mise au point bien à jour, écrite par deux océanographes français de réputation mondiale. Le grand développement de l'océanographie, la multitude de publications sur ce sujet, faisaient que seuls des spécialistes activement engagés dans la recherche pouvaient nous en donner une synthèse moderne. Le premier volume débute par des généralités sur les milieux océaniques au point de vue physique et biologique. Les divers aspects de la vie benthique sont ensuite envisagés et de nombreux problèmes écologiques sont abordés : adaptations, régimes alimentaires, distribution qualitative et quantitative, problèmes posés par la reproduction, etc. Le problème des biocénoses benthiques fait l'objet d'un chapitre et le volume se termine par un essai de classement proposé par un des auteurs en 1957. Le second volume est consacré à la vie pélagique. Sont successivement décrits les facteurs abiotiques du milieu, les divers éléments du plancton, la productivité primaire et les chaînes alimentaires, les interactions phytoplancton-zooplancton et enfin quelques aspects des communautés planctoniques dans le monde.

Ce précis d'océanographie, qui est la reproduction d'un cours professé à Marseille sera un ouvrage de référence utile à consulter aussi bien pour les chercheurs que pour les enseignants.

N. POLUNIN. *Eléments de géographie botanique*. 532 p. Gauthier-Villars, éditeur, 1967.

Ce livre est une adaptation d'un ouvrage paru en langue anglaise en 1960. L'auteur commence par décrire les diverses adaptations physiologiques et structurales

des végétaux (types biologiques de Raunkiaer), puis il envisage les divers modes de dispersion des végétaux. Un chapitre indique les grandes lignes de l'évolution du monde végétal. Les diverses théories relatives à l'origine des aires actuelles sont passées en revue, puis les divers types de distribution. La description systématique de la végétation du globe par grandes zones climatiques occupe 5 chapitres. Le dernier chapitre est consacré aux adaptations des plantes et à leurs applications.

Comme le dit le Professeur GAUSSEN dans la préface qu'il a écrite, ce livre très didactique comble une lacune dans la littérature de langue française. Il fait le point de toutes les questions qui gravitent autour de la géographie des plantes et jette un jour nouveau sur beaucoup d'entre elles. C'est un « bon livre » que tout écologiste consultera avec profit.

C. SOUCHON, Assistant à la Faculté des Sciences de Paris, et J. SOUCHON, Professeur au Lycée de jeunes filles de Saint-Cloud. *Notions d'écologie*, Editions du Daupin, 43, rue de la Tombe-Issoire, Paris (14^e). Un ouvrage broché 21 × 27, 150 pages. Franco : 11 F. A partir de 5 exemplaires : 10 F.

Bien que ni le titre ni le préambule ne l'indiquent, cet ouvrage est destiné à l'information des professeurs des établissements du Second Degré pour l'enseignement du nouveau programme de Sciences naturelles des classes de première. Il ne s'agit pas, en effet, d'un exposé synthétique sur les méthodes, le domaine et les acquisitions de l'Ecologie, mais d'un recueil de propos classés selon une progression logique, exposés dans un langage clair réduisant au minimum le vocabulaire spécialisé, illustrés abondamment d'exemples concrets, d'expériences de réalisation facile et de descriptions de sites naturels familiers.

Une première partie, intitulée « Etude des milieux naturels », comprend à la fois une première approche descriptive de ces milieux et des méthodes pour l'inventaire des organismes qui y vivent, en choisissant des exemples terrestres, d'eaux douces et littoraux. Le deuxième chapitre est une comparaison des caractères morphologiques et biologiques des végétaux et animaux vivant respectivement dans les milieux terrestres et aquatiques. Le chapitre III est l'« étude descriptive des communautés », étude physiologique, taxonomique et évolutive, complétée par une information sur la cartographie de la végétation en France.

Le chapitre suivant reprend de façon analytique l'influence des divers facteurs du milieu sur les êtres vivants. Les principaux facteurs climatiques, édaphiques et biologiques sont successivement passés en revue, avec des méthodes simples pour leur mesure et une information sur leurs actions dans la morphologie, le fonctionnement et la répartition des organismes. Le professeur pourra y trouver parmi les nombreuses expériences et observations proposées pour la mise en évidence de ces actions, les exemples qu'il lui sera le plus aisé de montrer.

Un cinquième chapitre traite d'un aspect actuellement fort étudié de l'Ecologie : les « écosystèmes », communautés considérées comme des superorganismes et définies quantitativement par leur fonctionnement, masse vivante totale, bilan de ses échanges d'énergie et de matière avec le milieu, chaînes de transfert de l'énergie et de la matière entre organismes appartenant à l'écosystème. Le dernier chapitre évoque l'« action de l'homme et des animaux domestiques », principalement les destructions nées de l'industrialisation, mais aussi les moyens mis en œuvre pour la protection de la Nature. Une bibliographie de 50 numéros clôt l'ouvrage.

Sans doute pourrait-on discuter de l'importance relative donnée aux différentes parties, de l'intérêt qu'il y aurait eu à développer certaines notions, du choix des exemples et des méthodes. Mais n'oublions pas que ce travail a été improvisé en quelques mois et remercions ses auteurs d'avoir mis à la disposition des professeurs un document apte à les aider dans l'enseignement de leur nouveau programme, pour lequel ils n'étaient guère préparés et où les manuels en langue française sont encore bien déficients.

G. LEMÉE.

H. et G. TERMIER. *Biologie et écologie des premiers fossiles*. Un vol. 213 p. Masson éditeur, 1968.

Cet ouvrage est un essai de reconstitution de la paléocécologie des premiers fossiles à la lumière des données de la physique, de la géophysique, de la chimie et de la biologie. Les conclusions des auteurs sont extrêmement intéressantes et souvent hautement originales. Depuis le riphéen, il y a 1,7 milliard d'années, qui vit la formation d'un écran d'ozone protecteur dans la haute atmosphère jusqu'à nos jours, les auteurs nous font assister aux diverses étapes de la colonisation de la biosphère par les êtres vivants et la diversification écologique de ceux-ci en particulier en ce qui concerne les régimes alimentaires et les modes de vie. Il n'est guère possible de donner un résumé de ce livre qui, bourré de faits et d'idées nouvelles sera lu et médité avec profit par tous les écologistes.

ANALYSES

LAMOTTE M. & F. BOURLIÈRE (éd.). *Problèmes d'écologie : l'échantillonnage des peuplements animaux des milieux terrestres*, Masson & Co, Paris, 303 pages, 1969.

Cet ouvrage collectif est publié sous les auspices du Comité Français du Programme Biologique International et sous la direction scientifique de deux éminents écologistes français. Il contient une série d'articles consacrés aux techniques d'échantillonnages des différents groupes d'animaux terrestres :

Sommaire

I. - L'échantillonnage quantitatif des peuplements d'invertébrés en milieu terrestre par M. LAMOTTE, D. et Y. GILLON & G. RICOU	7-55
II. - Les méthodes de piégeage des invertébrés par J.R. LA BÈRE & M. ROTH	55-96
III. - Méthodes de dénombrement des populations d'oiseaux par J. BLONDEL	97-152
IV. - L'échantillonnage des populations de petits mammifères par F. SPITZ	153-188
V. - L'échantillonnage des populations des grands mammifères par F. BOURLIÈRE	189-206
VI. - Echantillonnage des microarthropodes du sol par J.P. CANCELA DA FONSECA & G. VANNIER	207-236
VII. - Les techniques d'échantillonnage des peuplements des nématodes dans le sol par G. MERNY & M. LUC	237-272
VIII. - L'échantillonnage des peuplements d'Oligochètes terrioles par M.B. BOUCHE	273-288
IX. - L'échantillonnage des peuplements de fourmis terrioles par J. LEVIEUX	289-300

La partie relative aux nématodes, rédigée par deux chercheurs du Laboratoire de Nématologie du Centre ORSTOM d'Adiopodoumé (Abidjan - Côte d'Ivoire), fait le point des techniques d'extraction, de comptage et d'échantillonnage utilisées par les différentes écoles de nématologistes. Les auteurs n'ont pas eu la prétention d'en faire une revue exhaustive mais bien plutôt de

citer les méthodes les plus courantes en précisant les limites d'utilisation et essayant de discerner, pour chacune d'entre elles, les causes d'erreurs possibles.

Il s'agit là d'une contribution utile à tous les nématologistes qui, conscients de l'imperfection relative des techniques nématologiques, sont désireux de travailler à les parfaire.

XIV^e Congrès international de Thalassothérapie. Résumés des communications présentées à Eforie-Nord (Roumanie) du 27 au 31 mai 1969. Résumé des communications. Un vol., 149 pages.

A ce Congrès de l'Association internationale de Thalassothérapie ont été présentées des communications que l'on peut classer dans une rubrique d'écologie médicale, discipline encore bien négligée, mais cependant d'une importance fondamentale. On lira en particulier les travaux relatant l'influence bienfaisante du milieu marin sur les diverses formes d'asthme.

Il reste encore à connaître quels sont les facteurs climatiques qui interviennent et quel est leur mode d'action.

COINEAU (Nicole), 1968. — *Contribution à l'étude de la faune interstitielle. Isopodes et Amphipodes. Mém. Mus.*, série A, LV, fasc. 3, pp. 147-216.

Mémoire systématique fondamentale pour la connaissance des formes souterraines et de leur répartition dans le monde (genres *Microparasellus*, *Microcharon*, *Paracharon* nov., *Salentinella*, *Bogidiella*, *Ingolfiella*). Bibliographie complète.

RODE (A.A.), 1969. — *Theory of soil moisture. Vol. I. - Moisture Properties of Soils and Movement of Soil Moisture*. 560 pages. Edité à Jérusalem par l'IPST Press.

Ouvrage indispensable à tous ceux qui s'intéressent à l'état de l'eau dans le sol.

René SCHWEITZER et Hervé BALLET. — **L'Herbier parlant** (dépositaire exclusif : La Maison Rustique, 26, rue Jacob, Paris VI^e ; deux points de vente concédés : Librairie du Muséum, 36, rue Geoffroy-St-Hilaire et Comptoir d'histoire naturelle Boubée, 3, place St-André-des-Arts, Paris V^e).

Voici un ouvrage qui nous semble unique en son genre et appelé à un grand succès auprès des amateurs de botanique.

C'est à la fois une collection de plantes et un petit traité de botanique systématique.

La collection s'étend sur plus de 80 familles et comporte 400 plantes (dont 60 Cryptogames). Chaque plante, séchée dans d'excellentes conditions par des procédés nouveaux et fort bien présentée sous cellophane, est accompagnée, — et c'est là que réside l'absolue originalité de l'œuvre, — d'une notice d'une pleine page, résumant ce qu'il est intéressant de savoir sur la plante : les noms (scientifiques, avec les principaux synonymes, vulgaires, en plusieurs langues, avec l'origine de ces noms), — habitat, saison, date et lieu de récolte, particularités botaniques et caractères distinctifs, — propriétés : utilisation industrielle, ménagère, agricole, médicale, et éventuellement nocivité, — rapport entre l'échantillon présenté et la plante au naturel. Un tableau aide-mémoire complète cette notion en faisant figurer sur une carte de France, la répartition géographique, ainsi qu'un calendrier de floraison, une échelle d'altitude, et l'exigence de la plante à l'égard du terrain.

R. Schweitzer et H. Ballet travaillent avec une équipe d'une dizaine de personnes comprenant entre autres : deux agronomes, un professeur d'histoire naturelle, une pharmacienne et plusieurs étudiants. Leur zone d'exploration et de récolte s'étend sur la majeure partie du territoire, et en tous cas sur les quatre flores de la France.

Ce qui est particulièrement précieux dans ce petit traité de botanique descriptive, c'est d'abord la présence de la plante elle-même, protégée par son sachet, mais accessible puisqu'elle peut en être extraite pour l'examen à la loupe de quelque détail (ce que ne permettra jamais la meilleure des planches en couleurs), — et aussi le souci d'exactitude de la notice, le soin remarquable de présentation, la clarté des notes complémentaires concernant les familles. C'est vraiment un très beau travail, capable de rendre de multiples services dans l'enseignement, et aussi d'inspirer le goût de la botanique à ceux qui n'attendent qu'une initiation simple et claire pour s'y intéresser.

Les auteurs s'efforcent de signaler le plus exactement possible les exigences écologiques de chaque plante, du moins lorsqu'elles sont assez nettement définies. A mesure de la publication des fascicules prévus les don-

nées phytosociologiques deviendront plus abondantes. R. Schweitzer et H. Ballet, présentant, avec chaque plante nouvelle, le résultat des observations personnelles qu'auront occasionnées leurs recherches et leur récolte : voisinage habituel, exposition, nature du sol, micro-climat, etc... ainsi que l'évolution des stations observées d'une année à l'autre.

De plus ils se sont imposés comme règle sévère de respecter absolument les stations. A cet effet, ils se tiennent en rapport constant avec le Centre National de Floristique du Muséum d'Histoire Naturelle de Paris, auquel ils soumettent périodiquement leur programme de récolte. Aucune plante rare ne sera retenue, pas plus que les hybrides, races et sous-variétés au milieu desquels le public risquerait de s'égayer sans profit.

Les 400 plantes prévues paraîtront à raison d'un fascicule de 25 tous les trois mois pendant quatre ans. Le premier d'entre eux est sorti en juin 69, le prochain est prévu pour octobre.

Nous sommes heureux de saluer cette initiative tout à fait remarquable des auteurs et de souhaiter à l'Herbier Parlant le succès qu'il mérite.

Ch. ZAMBETTAKIS.

PLATEL (Roland) et RAFFIN (Jean-Pierre), 1969. — **Plaidoyer pour la Zoologie**. *Les Cahiers rationalistes*, n° 265, pp. 137-184.

Tous les naturalistes ont intérêt à lire ce petit opuscule fort bien rédigé. A long terme le sort de l'Ecologie est incontestablement lié à celui de la Zoologie.

SCHALLER (Friedrich), 1968. — **Soil Animals**. The University of Michigan Press, pp. 1-144.

Edition américaine de cet excellent petit livre publié en allemand voici quelque 3 ou 4 ans. La mise au point est fort intéressante et bien remarquable en ce qui concerne plusieurs chapitres. Soulignons en particulier l'intérêt des passages qui concernent la reproduction et les processus de fécondation des animaux du sol, spécialité d'ailleurs de l'auteur. Egalement, est fort intéressante, bien qu'élémentaire, la partie qui traite de la décomposition des débris végétaux. Livre à lire.

THINES Georges. — **L'évolution régressive des poissons cavernicoles et abyssaux**. Masson & C^{ie}, 1969, 394 p.

Cet ouvrage vient combler une lacune qui existait dans la bibliographie internationale. Il s'agit en effet d'une mise au point de nos connaissances sur les poissons aveugles, qu'ils soient cavernicoles ou abyssaux. Sur environ 40 000 espèces de poissons, il n'y en a

qu'une centaine qui sont anophtalmes, ou qui présentent tout au moins une régression marquée des organes visuels. L'importance de ces animaux est considérable sur le plan des recherches sur l'évolution, puisqu'ils se sont différenciés à partir de groupes systématiques fort différents les uns des autres.

Au niveau des populations, un chapitre fort important traite de la zoogéographie et de l'écologie des poissons aveugles. Les poissons aveugles marins qui appartiennent essentiellement à la faune profonde, abyssale ou hadale, ont une répartition extrêmement étendue au niveau spécifique, et les quelques stations que l'on connaît ne sauraient en rien correspondre à la réalité. Elles sont simplement fonction de l'imperfection des outils de capture (dragues et chaluts) et du petit nombre de stations océanographiques. Notons toutefois que certaines espèces existent dans la zone littorale. Certaines vivent dans des crevasses rocheuses et dans des trous ou bien encore dans des terriers creusés par d'autres espèces.

La répartition des poissons aveugles d'eau douce ou cavernicoles est beaucoup plus intéressante sur le plan évolutif. En gros, on peut dire que les poissons n'existent que dans les régions tropicales ou subtropicales ou, à l'extrême limite, ce que l'on pourrait appeler « méditerranéennes chaudes ». La répartition par continents est généralement d'ordre familial : des *Cobitidae* dans le Sud-Est asiatique, des *Cyprinidae* en Afrique et dans le Proche Orient, des *Characidae* en Amérique Centrale et du Sud, des *Ictaluridae* en Amérique Centrale et du Nord, des *Pimelodidae* et des *Trichomycteridae* en Amérique du Sud, des *Clariidae* en Afrique et aux Indes, des *Ophidiidae* en Amérique Centrale, dans la région des Caraïbes et aux Galapagos, et enfin des *Gobiidae* à Madagascar, en Australie et à Mindanao.

La radiation évolutive des *Clariidae* est retracée en fonction des travaux de MENON. Ce groupe, extrêmement diversifié dans le Sud-Est asiatique, aux Indes et en Afrique, à l'exception de ci de là, quelques relictuelles régressives dans les eaux souterraines.

L'origine et la constitution des faunes ichthyologiques régressées est analysée. On insiste d'abord sur le rôle causal du comportement, et il s'agit là d'un excellent paragraphe fort intéressant. Ensuite, sont énoncées des théories explicatives concernant l'origine des poissons cavernicoles. Ceci est donné d'une façon très claire, et tous ceux qui s'intéressent aux problèmes d'évolution, donc aux problèmes de l'origine de la faune cavernicole, seront intéressés à consulter ce chapitre très bien documenté et où les différentes hypothèses sont analysées de façon complète. Il faut bien dire qu'il est difficile de se rattacher actuellement plus à une théorie qu'à une autre, mais on notera en passant un excellent énoncé de la

théorie du métabolisme réduit de HEUTS, avec quelques figures qui sont très parlantes.

Nous passons ensuite au comportement des poissons cavernicoles : locomotion et orientation topographique, chemoréception et comportement alimentaire, sensibilité photique et photocinétique, praefendum thermique, reproduction, distribution temporelle de l'activité. Ce dernier chapitre correspond en grande partie à l'énoncé des travaux de l'auteur. Il est fort clair et sa lecture apporte beaucoup.

C.D.D.

Protection contre les rayonnements ionisants. N° 28, 3^e trimestre 1969, revue trimestrielle d'information, 1, Grande Rue, Crisenoy, 77 - Guignes. Directeur Gérant : Jean PIGNERO; C.C.P. Paris 4830-93.

« Nous allons tous crever ». Bref aperçu historique mondial et français de la déchéance imputable aux rayonnements ionisants, tel est le thème de ce fascicule polémique qui va des pages 795 à 826.

Il est incontestable que tous les écologistes seront intéressés à lire ces pages. On y trouve une grande source d'information et de nombreuses références à des textes importants aussi bien d'ordre administratif national et international que d'ordre littéraire et généraliste.

C.D.D.

Biologie de l'Amérique australe, publiée sous la direction de Claude DELAMARE DEBOUTTEVILLE et Eduardo RAPOPORT; vol. I, « Etudes sur la faune du sol », 1962, 657 pages, 120 francs. — vol. II, « Etudes sur la faune du sol », 1963, 399 pages, 82 francs. — vol. III, « Documents biogéographiques », 1967, 725 pages, 150 francs. — vol. IV, « Documents biogéographiques et écologiques », 1968, 473 pages, in-4°, 120 francs, éditions du C.N.R.S.

Biogeography and Ecology in South America, publié par E.J. FITTKAU, J. ILLIES, K. KLINGE, G.H. SCHWABE, H. SIOLI, in *Monographiae biologicae*, 18, 446 pages, W Junk N.V. Publishers, La Haye, 1968.

Il s'agit là de deux séries de travaux monographiques sur le continent sud-américain, travaux de synthèse destinés à permettre à tous les naturalistes de mieux comprendre un continent extraordinairement diversifié, et bien mal connu des naturalistes européens. La première entreprise a commencé en 1962 sous l'égide du C.N.R.S.

Elle envisageait de fournir à la bibliographie internationale des travaux originaux élaborés par des spécialistes connaissant bien leur sujet au niveau international, afin qu'ils puissent être mieux intégrés dans le cadre d'une biogéographie générale et non pas régionale. Le titre choisi était un peu un titre de combat (« Il est aussi biologique de rechercher en pleins champs le sens de l'évolution que d'étudier au laboratoire l'action du Propionate de testorénone sur un testicule de crapaud »).

La structure de l'Amérique du Sud, avec son grand réservoir nordique amazonien largement paléotropical, son immense axe andin orienté Nord-Sud et ses zones australes subantarctiques, constitue un ensemble structural dont il n'existe nul équivalent dans le monde. La submergence physiologique, les migrations et les vieux stocks doivent pouvoir y être définis plus facilement qu'ailleurs.

Les quatre volumes actuellement parus de la *Biologie de l'Amérique australe* groupent des contributions de spécialistes. Beaucoup de groupes vivant dans le sol ont été analysés par les meilleurs d'entre eux (vol. I et II). Nous ne pouvons pas citer tous les travaux, mais seulement ceux qui concernent les Oiseaux (vol. III), la structure écologique du Chili (vol. IV), les grandes zones biogéographiques de l'Amérique du Sud (Vol. IV), la palynologie (Vol. IV), le peuplement en Vertébrés tétrapodes de l'Amérique du Sud (Vol. IV).

La seconde entreprise recensée ici (vol. 18 des *Monographies biologiques*) est plus récente et s'adresse à un public sensiblement moins spécialisé. Il s'agit d'un ouvrage qui réunit les travaux de synthèse élaborés par des chercheurs de grande valeur. La géologie est traitée par H. PUTZER, la climatologie par R.C. ELDT, les sols par K.J. BEEK et D.L. BRAMA, l'écologie des régions amazoniennes par H. SIOLI, les écosystèmes sud-américains par G. MANN.

Nous ne pouvons citer ici tous ces excellents chapitres traitant également de l'écologie humaine (F.W. LOWENSTEIN) et des cultures indiennes (O. ZORRIES). Nous pensons que les articles de G. MANN et de H. PUTZER, par

exemple, sont parmi les meilleurs que l'on peut lire sur de tels sujets.

Voici donc deux entreprises, l'une à direction française, l'autre à direction germanique, qui se complètent et se renforcent l'une l'autre. Elles sont destinées à une meilleure définition des milieux, à une époque où l'écologie prend de plus en plus d'importance.

Barry COMMONER, *Quelle terre laisserons-nous à nos enfants ?* Collection « Science ouverte ». Préface de Cl. DELAMARE DEBOUTTEVILLE. 200 pages, 18 francs. Editions du Seuil.

C'est au nom d'un engagement « destiné à soutenir la cause de l'application de la science à l'amélioration du bien-être de l'homme » que Barry COMMONER lance ce nouveau cri d'alarme. Directeur du Centre de biologie des systèmes naturels de l'université de Washington, l'auteur se livre, en naturaliste, en écologiste, à une étude serrée des erreurs technologiques, vraies « retombées » de la science. Dépasant cette description riche en données qui ont de quoi faire réfléchir le plus ardent partisan d'un progrès sans limites, Barry COMMONER procède à une analyse passionnante des conceptions de la recherche. La société peut-elle, pour des motifs financiers ou militaires, imposer un « secret » alors que l'essence même de la recherche est la libre communication et la libre discussion ? Les gouvernements peuvent-ils demander ce « secret » sur des expérimentations dangereuses à longue échéance au nom d'un bien-être ou d'une puissance à court terme ? Peut-on impunément inscrire une hypothèse sur les générations futures ? Le XIX^e siècle a vu un gaspillage au grand jour des ressources naturelles de la biosphère. Le XX^e voit une nouvelle forme de gaspillage plus insidieuse et plus redoutable, celle qu'entraînent des pollutions de tous ordres. Ces pollutions nous atteignent directement et menacent nos descendants.

PÉRIODIQUES FRANÇAIS D'ÉCOLOGIE

Annales de Spéléologie

(L'abonnement part du 1^{er} janvier de chaque année. Le montant en est fixé à 110 F et doit être adressé aux Editions du Centre National de la Recherche Scientifique, 15, quai Anatole-France, Paris - VII^e; C. C. P. 90.61.11. Les demandes d'abonnement et les changements d'adresse doivent être adressés au même service. Toute la correspondance concernant les manuscrits destinés à l'impression doit être adressée à : Monsieur le Directeur du Laboratoire Souterrain du C.N.R.S., Moulis, 09-Ariège.)

Ne sont cités que les articles ayant un intérêt écologique.

Tome 24, fascicule 1 :

ANDRIEUX (C.). — Etude du climat de la grotte de Sainte-Catherine en Ariège selon le cycle 1967 .	19
JUBERTHIE (C.). — Relations entre le climat, le microclimat et les <i>Aphaenops cerberus</i> dans la grotte de Sainte-Catherine (Ariège)	75
VATTIER-BERNARD (G.) et ADAM (J.P.). — Connaissances actuelles sur la répartition géographique des phlébotomes cavernicoles africains. Considérations sur l'habitat et la biologie	143
CABIDOCHER (M.). — Localisation des <i>Trechinae</i> troglobies (Col. Trech.) dans le massif de la Pierre Saint-Martin (Basses-Pyrénées)	117
REMILLET (M.). — Observations biologiques sur plusieurs Coléoptères hypogés de France	183
ROBAUX (P.). — <i>Hygrothrombidium tibiotarsale</i> n.g., n.sp. : premier <i>Thrombidiidae</i> vrai du réservoir interstitiel des cours d'eau des Indes (<i>Acarithrombidiidae</i>)	187
ROBAUX (P.). — <i>Hydrothrombium cooki</i> n.g., n.sp. Acarien phréatique d'Amérique du Nord (<i>Acarithrombidiidae</i>)	193
LANEYRIE (P.). — A propos du piégeage dans les grottes	247

Tome 24, fascicule 2 :

DELAMARE DEBOUTTEVILLE (C.). — Le laboratoire de Moulis et les progrès de la biologie souterraine	249
RENAULT (P.). — Contribution à l'étude des actions mécaniques et sédimentologiques dans la Spéléogénèse	317
CLERGUE-GAZEAU (M ^{me} M.). — Métamorphose chez les Euproctes épigés placés à l'obscurité de la Grotte de Moulis	349
CLERGUE-GAZEAU (M ^{me} M.). — Alimentation de l'Euprocte dans les grottes	361
GINET (R.). — Rythme saisonnier de reproductions des <i>Niphargus</i> (Crust. Amphip. hypogé) .	387
ROUCH (R.). — <i>Stigmatidium vandeli</i> n.sp. Ectinosomidae des eaux souterraines continentales ..	421
JUBERTHIE-JUPEAU (L.). — Acquisition de la maturité sexuelle chez un Glomérider cavernicole <i>Spelaeoglomeris doderoi</i> Silvestri (Myriapode-Diplopode)	439

Bulletin de la Société zoologique de France

Tome 94, fasc. 1, 1969 : à signaler du point de vue écologique :

A. DARJO. — Influence de la photopériode sur l'activité alimentaire, en relation avec la maturation sexuelle, pour une souche de <i>Locusta migratoria migratoria</i> L., phase grégaire.
R. POURRIOT et A. HILBRICHT-ILKOWSKA. — Recherches sur la biologie de quelques Rotifères planctoniques. I. Résultats préliminaires.
E.B. FORD. — Le mélanisme industriel.
J.A. LAGARRIGUE. — Composition ionique de l'hémolymphe des Oniscoides.

L'Entomologiste

45 bis, rue de Buffon, Paris 5^e

Tome XXV, fasc. 4, septembre 1969 :

R. L'Hôte. — Captures et observations d'Odonates en Béarn et dans les Pyrénées.

L. MURIAUX et A. FAGES. — Le Causse noir (Aveyron). Peuplement des Coléoptères Carabidae.

Annales de Limnologie

Publiées par la Station Biologique du Lac d'Orédon, distribuées par Masson et C^{ie}, 120, boulevard Saint-Germain, Paris 6^e; abonnement, France : 50 F; étranger : 60 F. Directeur : E. ANGELIER; Rédacteurs : A. DÉCAMPS et H. LAVILLE (Faculté des Sciences, 118, route de Narbonne, Toulouse).

Tome IV, fasc. 3, 1968 :

J. CAPBLANCO et H. LAVILLE. — Etude morphométrique et physico-chimique de neuf lacs du Massif de Néouvielle (Hautes-Pyrénées).

J. REY. — Ecologie des Cladocères du Massif de Néouvielle (Hautes-Pyrénées).

D. TRIVELLATO et H. DÉCAMPS. — Influence de quelques obstacles simples sur l'écoulement dans un « ruisseau » expérimental.

Oecologia Plantarum

Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins, Paris 6^e
 Directeur : G. LEMÉE; Rédacteur : P. LOSSAINT.

Tome IV, fasc. 2, 1969 :

D. BAUZON, R. VAN DEN DRIESSCHE et Y. DOMERGUES. — Influence *in situ* des litières forestières sur quelques caractéristiques biologiques.A. BERGER. — Transpiration, potentiel hydrique et résistance à la circulation de l'eau dans une culture d'*Helianthus annuus* L.

L. BOREL et F. SERRE. — Phytosociologie et analyse des cerneaux ligneux : l'exemple de trois forêts du Haut-Var.

J.J. CORRE et J.A. RIOUX. — Recherches phytocologiques sur les milieux psammiques du littoral méditerranéen français.

C. JUNG. — Cycles biogéochimiques dans un écosystème de région tropicale sèche : *Acacia albida* (Del.). Sol ferrugineux tropical peu lessivé (Dior).

J. KATZNELSON. — The edaphic adaptation of some closely related clovers.

Revue d'Ecologie et de Biologie du Sol

Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins, Paris 6^e

Abonnement : France : 70 F; étranger : 82 F.

Revue publiée sous la direction de Cl. DELAMARE DEBOUTTEVILLE; Rédacteurs : Zaher MASSOUD et Jean-Marie BEITSCH, à Brunoy.

Travaux d'Ecologie et de Biologie sur les animaux, les plantes et la microbiologie du sol.

Au sommaire des récents numéros, citons, parmi bien d'autres, les articles suivants :

Tome V, fascicule 4, octobre 1968 :

H. GISIN. — A cavity-slide technique for preparing permanent fluid preparation of small organisms.

N. POINSOT. — Cas d'anhydrobiose chez le Collembole *Subisotoma variabilis* Gisin.

M.S. GHILAROV. — Die Hauptrichtungen der phylogenetischen Änderungen der Landarthropoden.

D. PARKINSON, I. BALASOORIYA et K. WINTERHALDER. — Studies on Fungi in a poneweed soil. III. - Fungal growth and total microbial activity.

Y. COINEAU. — Contribution à l'étude des *Caeculidae*. 5^e série. *Procaeculus aikeni*, une nouvelle espèce de Trinidad, B.W.I.

J.M. THIBAUD. — Cycle du tube digestif lors de l'intermue chez les Hypogastruridae (Collemboles) épiques et cavernicoles.

J. NAJT. — Nouveaux documents sur le genre *Temeritis* et sa distribution géographique (Collembole, Symphypleone).P.N. LAWRENCE. — Synonymy and new records of *Tullbergia gambiense* (Collembole, Insecta).M. BOUCHÉ. — Observations sur les Lembricidés. IV. Un Lembricide des sables landais *Eophila atlantica* n.sp. (*Oligochaeta Lumbricidae*).R. DAJOZ. — Etude des *Corticaria* du groupe *C. sylvicola* Ch. Brisout et description d'une espèce nouvelle (Coléoptères Lathridiidae).

Tome VI, fascicule 1, janvier 1969 :

J.P. CANCELA DA FONSECA. — L'outil statistique en Biologie du sol. V. Indices de diversité spécifique.

E.H. RAPOPORT et Edita OROS. — Transporte y manipuleo de la muestras de suelo y su efecto sobre la micro y mesofauna.

P. TREHEN. — Description des stades préimaginaux et données sur la biologie de *Phyllodromia melanocephala* Fabricius, 1794 (Diptère-Empididae).C. ATHIAS HENRIOT. — Contribution aux peuplements acarologiques des biotopes terrestres méditerranéens : Observations sur le genre *Panteniphis* Willm.

Tome VI, fascicule 2, avril 1969.

S.A. VISSER et D. MIDDLETON. — Investigation into the influence of the moisture content of the environment on the occurrence of soil microorganisms in the tropics.

Y. DOMMERGUES, R. COMBREMONT, G. BECK et C. OLLAT. — Note préliminaire concernant la sulfato-réduction rhizosphérique dans un sol salin tunisien.

A. HEUNGENS. — L'influence de la fumure et des pesticides aldrine-carbaryl et DBCP sur la faune du sol dans la culture des Azalées.

D. PARKINSON and I. BALASOORIYA. — Studies on Fungi in a pinewood soil. IV. Seasonal and spatial variations in the fungal populations.

G. KILBERTUS. — Succession de champignons sur feuilles de *Brachypodium pinnatum* P.B.

E. KIEFFER, F. MANGENOT et O. REISINGER. — Sur la position taxinomique de quelques Hyphomycètes isolés des sols de la R.C.P. 40.

M. CALLEJA. — Etude des activités biologiques du sol de trois groupements végétaux de la série du Chêne vert : le *Quercetum ilicis*, le *Cocciferetum*, le *Brachypodium ramosi*. Dynamique de l'activité globale et de la minéralisation du carbone.

J.M. THIBAUD. — Contribution à l'étude du développement postembryonnaire chez les Collemboles *Hypogastruridae* épigés et cavernicoles (suite).

C.B. KNIGHT and V. READ. — Microstratification of *Tomocerus* (Collembole) in a pine-open field continuum.

R. DALLAL. — Recherches sur les Collemboles. IV. « Un nouvel *Arrhopalites* de Sicile ».

J. TRAVÉ. — Sur le peuplement des Lichens crustacés des Iles Salvages par les Oribates (Acariens).

P. HERVÉ. — Recherches sur la faune du sol de la Forêt des Maures (Var).

Recherches d'hydrobiologie continentale. Institut National de la Recherche Agronomique. Service des Publications de l'I.N.R.A., route de Saint-Cyr, 78-Ver-sailles, tél. : 950-75-22.

N° 1, 1969, 119 pp. :

R. FÉVRIER. — Avant-propos 3

J. FEUILLADE, M. LAURENT. — Essai d'une méthode d'investissement pour l'étude du cycle de l'azote dans les étangs 5

Mauricette FEUILLADE. — Les variations verticales et saisonnières du phytoplancton du lac de Vézins en 1963 23

Y. CREACH, G. BOUCHÉ. — Influence du jeûne prolongé sur la composition du sang de la Carpe (*Cyprinus carpio* L.) 51

R. POURRIOT, M. TASSIGNY, S. JUNQUA. — Etude des variations saisonnières de trois biotopes aquatiques et de leurs biocénoses planctoniques. 61

Claude ROUGIER-MICHAUD. — Données sur la biocénose planctonique du lac d'Annecy 97

Tethys

Station Marine d'Endoume
Tome I, fascicule 1, 1969, 237 p.

Tethys est un périodique nouveau qui prend la suite des fascicules *Bulletin* jusqu'ici inclus dans le *Recueil des Travaux* de la Station Marine d'Endoume, et dont les fascicules de « Collected Reprints » continueront à être diffusés aux institutions qui en bénéficient déjà.

Tethys traitera des aspects les plus variés des Sciences de la Mer : physique, chimie, biologie, microbiologie, géologie, technologie.

Cette revue de la Station Marine d'Endoume aura pour rôle essentiel de regrouper les travaux des chercheurs permanents, ou de passage, de la Station Marine d'Endoume ou de ses antennes (La Rochelle, Touléar, St-Pierre de La Réunion). Il accueillera, dans la limite de ses possibilités les travaux qui pourraient être présentés pour publication par des océanographes appartenant à d'autres laboratoires.

Tethys qui ne limitera à aucune aire géographique particulière, continuera avec les instituts et laboratoires les échanges de publications qui étaient fondés sur la diffusion du « *Recueil des Travaux* de la Station Marine d'Endoume » (*Bulletin*) et désire en susciter de nouveaux avec d'autres institutions scientifiques.

Ce périodique peut être obtenu par abonnement ou par achat au numéro.

Les ordres d'abonnement ou d'achat ainsi que les demandes d'échange doivent être adressés à M. le Directeur de la Station Marine d'Endoume, rue de la Batterie des Lions, 13-Marseille (7), Bouches-du-Rhône.

La cadence de parution prévue est trimestrielle.

Sommaire du fascicule 1, pp. 1-240 :

Eveline VACILET. — Rôle des populations phytoplanctoniques et bactériennes dans le cycle du phosphore et de l'azote en mer et dans les flaques supralittorales du golfe de Marseille.

Thérèse LE CAMPION-ALSUMARD. — Contribution à l'étude des Cyanophytes lithophytes des étages supralittoral et médiolittoral (région de Marseille).

Daniel J. BONIN. — Influence de différents facteurs écologiques sur la croissance de la Diatomée marine *Chaetoceros affinis* Lander, en culture.

Revue Internationale d'Océanographie Médicale, Tome XIII-XIV, 1969, 238 pp., publiée par le Centre d'Etudes et de Recherches de Biologie et d'Océanographie Médicale, Parc de la Côte, avenue Jean-Lorrain, 06-Nice (Alpes-Maritimes).

Sommaire

Medical aspects of Minamata Disease	5
par Haruhiko TOKUOMI, Université de Kumamoto (Japon).	
Minamata Disease and Water Pollution by industrial waste	37
by JUN Uti, Université de Tokyo (Japon).	
Etude de la toxicité de produits chimiques vis-à-vis de la chaîne biologique marine	45
par M. AUBERT, R. CHARRA et G. MALARA, C.E.R.B.O.M. (I.N.S.E.R.M.), Nice.	
Etude de la biodégradabilité de produits chimiques toxiques vis-à-vis de la chaîne biologique marine	72
par M. AUBERT et J.P. GAMBARTOTTA, C.E.R.B.O.M. (I.N.S.E.R.M.), Nice.	
Etude des effets des pollutions chimiques sur le plancton. Dégradabilité du fuel par les micro-organismes telluriques et marins	107
par M. AUBERT, J. AUBERT, S. DANIEL et J.P. GAMBARTOTTA, C.E.R.B.O.M. (I.N.S.E.R.M.), Nice.	
Théorie formalisée de la diffusion des produits chimiques en mer	125
par M. AUBERT et M.D. ESTROTTE, C.E.R.B.O.M. (I.N.S.E.R.M.), Nice.	
Effets d'une pollution du type « Torrey-Canyon » sur l'algue unicellulaire marine <i>Phaeodactylum tricornutum</i>	157
par J.C. LAHAZE, Muséum d'Histoire Naturelle, Paris.	
Le problème de l'eau rouge	181
par J.M. PINCEMIN, C.E.R.B.O.M., Nice.	
Apparition d'une eau rouge à <i>Cochlodinium</i> sp. devant Juan-les-Pins	205
par J.M. PINCEMIN, C.E.R.B.O.M., Nice.	

Les pollutions chimiques de la mer et le Droit .. 217
par J.P. QUENEDEC, Faculté de Droit, Montpellier.

M.A.M.B.O. Informations 238

Revue Internationale d'Océanographie Médicale (supplément). Côtes de France. *Inventaire National de la pollution bactérienne des eaux littorales*, Centre d'Etudes et de Recherches de Biologie et d'Océanographie médicale (C.E.R.B.O.M.), I.N.S.E.R.M. et Fondation de la Ville de Nice.

Tome I, 1968, 73 pp.
Tome II, 1968, 122 pp.
Tome III, 1968, 103 pp.
Tome IV, 1968 (1969), 167 pp.

Il s'agit d'un ouvrage dont la distribution est, obligatoirement, restreinte. Ainsi que le dit Jérôme MONOD, « il constitue un élément de base essentiel pour tous ceux qui ont la charge de rechercher une solution dans le domaine de l'assainissement des agglomérations littorales »... Les cartes qui sont fournies sont d'une importance réelle pour tous les écologistes. Les hommes qui s'intéressent au problème des pollutions en général, devront lire le fascicule 1.

C. D. D.

Nature et ressources (Nouvelles sur les recherches scientifiques relatives aux ressources et à la conservation de la nature).

Vol. 5, n° 1, 1969 :

A signaler au sommaire l'évolution des terres : un colloque international, par T.G. CHAPMAN; les prévisions hydrologiques en U.R.S.S., par V.V. RAKHMANOV et A.P. CHASTINE; étude des modifications survenues récemment dans les glaciers du Ruwenzori, par P.H. TEMPLE; l'enseignement et la recherche dans le domaine de la géologie en Algérie, par P. ZUFFARDI; carte minérale de l'Afrique, par J. LOMBARD.

Vol. 5, n° 2, 1969 :

A signaler au sommaire le système de prévision des crues dans le delta du Mékong au Cambodge, par Yves MENARD; conférence sur les aspects écologiques du développement international, par Julian McCALL; problèmes hydrologiques liés à l'emploi des eaux salines, par S. BANERJI; hydrologie, écologie et lutte contre la végétation aquatique par Julian RZOSKA.

RÉSUMÉS DE THÈSES

Mme M. MOUSSEAU. — Etude écologique de la photosynthèse des formes d'ombre et de lumière de *Teucrium scorodonia* L. Analyse de son adaptation aux conditions d'éclairement. Thèse de Doctorat, Fac. des Sci. d'Orsay, 1969.

Ce travail renouvelle la connaissance des modalités d'accommodation des plantes à l'ombrage par l'utilisation des techniques nouvelles de recherche en Biologie végétale.

Comme dans toute recherche écologique, la première démarche a été une analyse de la localisation stationnelle du *Teucrium scorodonia* et plus spécialement des conditions d'éclairement, qui met en relief la grande amplitude de tolérance de cette espèce vis-à-vis de ce facteur.

Des cultures clonales sous écrans en toile de jute et en pleine lumière, sur substrat homogène et d'humidité contrôlée, ont permis une analyse précise de l'accommodation morphologique et photosynthétique du *Teucrium* à l'ombrage sous le climat de la région parisienne. Son adaptabilité est liée à une grande plasticité morphologique à tous les niveaux d'organisation : chloroplastes, feuilles, individu, population. L'étude des chloroplastes en microscopie électronique a montré l'influence déterminante des conditions d'éclairement sur leur structure : les chloroplastes d'ombre développés sous un éclairement relatif de 15 % ont un système lamellaire plus développé, des grana plus nombreux, mais comprenant deux fois moins de disques granaires que les chloroplastes de pleine lumière. Ces derniers sont deux fois plus nombreux par unité de surface foliaire, mais ils renferment deux fois moins de chlorophylle.

La fixation photosynthétique du CO_2 , mesurée par un analyseur de gaz dans l'infrarouge, a été établie au cours de nombreuses journées simultanément pour les feuilles d'ombre et de lumière. L'observation de ses variations aux différentes échelles de temps, instantanée, journalière, saisonnière et d'une année à l'autre, a mis en évidence les différences de comportement des deux formes sous les conditions du climat naturel de la

région parisienne. Ces différences dans la structure et dans la réponse photosynthétique des individus en fonction de l'ombrage sont telles que la quantité de CO_2 assimilée annuellement par tige feuillée est statistiquement équivalente sous les différentes conditions d'éclairement.

L'ombrage naturel étant constitué d'un ensemble de facteurs élémentaires d'environnement liés les uns aux autres, une expérimentation monofactorielle de leur action a été réalisée au Phytotron du C.N.R.S. Les courbes d'action de la lumière sur l'activité photosynthétique des deux types de feuilles ont montré un parallélisme étroit avec les résultats obtenus *in situ* : chez les plantes d'ombre, la pente initiale est plus forte que chez les plantes de lumière, traduisant un rendement plus élevé de la photosynthèse pour de faibles éclairements, tandis que le plateau de saturation lumineuse est plus faible, traduisant une résistance plus grande à la diffusion du CO_2 . Une mesure de cette résistance globale a montré qu'elle est environ deux fois plus grande, en air calme, pour les plantes élevées sous un éclairement relatif de 15 % que pour les plantes développées en pleine lumière. L'étude de l'action de la lumière sur l'activité photosynthétique des chloroplastes isolés des feuilles d'ombre et de lumière a mis en évidence une activité identique de ceux-ci.

L'étude de l'état de turgescence des feuilles a montré que la zone des déficits hydriques internes pour laquelle la photosynthèse est maximale correspond à des valeurs plus élevées pour les plantes de lumière que pour les plantes d'ombre, ce qui est l'état respectif habituel de ces plantes par beau temps.

Cette confrontation de l'étude du comportement photosynthétique sous conditions naturelles et en expérimentation de type physiologique a mis en évidence des résultats concordants et montré leur caractère complémentaire.

L'ensemble de ce travail, outre qu'il apporte une contribution importante et originale à un problème pourtant ancien et souvent abordé, constitue un modèle de la méthodologie à appliquer aux recherches écophysiologiques.

Publications principales faisant l'objet de la Thèse :

- Influence de l'éclairement sur l'assimilation journalière et annuelle du *Teucrium scorodonia* L. en conditions naturelles. *Oecologia plantarum*, 1, 1966, 103-116.
- Les phénomènes de régulation structurale et fonctionnelle de l'appareil photosynthétique de *Teucrium scorodonia* L. : un mécanisme d'adaptation aux conditions d'éclairement. *Oecologia plantarum*, 2, 1967, 15-26.
- En collab. avec R. BOURDU : Influence des conditions écologiques d'éclairement pendant la croissance sur la structure et l'activité des chloroplastes de *Teucrium scorodonia* L. *Bull. Soc. franç. Physiol. vég.*, 14 (3), 1968, 307-316.

G. L.

R. ROUCH. — Contribution à la connaissance des Harpacticides hypogés (Crustacés Copépodes). *Annales de Spéléologie*, 1968, 23, p. 1-168. Thèse présentée à la Faculté des Sciences de Toulouse.

Trois points différents ont été abordés au cours des recherches poursuivies sur ce groupe de Copépodes.

I. — Faunistique et Biogéographie

A. — La prospection, limitée au versant nord des Pyrénées, a permis de dénombrer 46 espèces d'Harpacticides dans les eaux souterraines. 29 d'entre elles sont des formes hypogées.

B. — Du point de vue de leur répartition les espèces souterraines peuvent se ranger dans trois catégories :

- a) Espèces dont l'aire de répartition couvre la quasi totalité de la chaîne.
- b) Espèces à répartition régionale.
- c) Espèces frappées d'un endémisme très net et qui sont connues d'une seule station ou de quelques stations très voisines.

II. — Recherches écologiques

A. — Terrains perméables en grand.

Les calcaires représentent le type classique de ces terrains. On y distingue 3 zones superposées.

a) Zone de percolation temporaire.

Les pièces d'eau de la zone de percolation temporaire ne représentent le plus souvent qu'une partie du système et ne peuvent être tenues pour des milieux clos assimilables à des mares temporaires. Leur peuplement doit être envisagé en fonction du réseau de fentes qui les alimente et de celui qui les draine.

b) Zone amphibie.

Cette zone est essentiellement caractérisée par les crues qui la noient périodiquement. Les faisses d'eau de cette zone rendent compte de la faune qui vit dans le massif sans que jamais des populations puissent s'installer.

En revanche le milieu d'interstices réalisé par les dépôts de certaines rivières souterraines pour héberger des populations riches en Copépodes.

c) Zone noyée.

L'étude de cette zone, inaccessible à l'homme, a été abordée par le filtrage continu des résurgences. Ce procédé a montré qu'il existait une hémorragie importante d'Harpacticides ce qui implique un peuplement amont beaucoup plus riche que l'étude des poches d'eau des grottes ne pouvait le laisser supposer.

Il apparaît donc qu'il convient de substituer à la notion de grotte, celle de massif karstique en ce qui concerne les espèces souterraines aquatiques.

B. — Terrains perméables en petit.

Seules les nappes éluviales de déversement ont été envisagées dans ce travail. Le filtrage continu de ces petits systèmes de pente a permis de mettre en évidence un peuplement riche en Harpacticides souterrains.

C. — Relations entre terrains perméables en grand et perméables en petit.

Dans un cadre géographiquement limité, où un système interstitiel fait suite à un massif karstique, l'étude comparée de la faune de ces deux systèmes a permis de montrer que :

- 1) il existe des espèces souterraines caractéristiques de l'un ou l'autre milieu
- 2) certaines espèces peuplent indifféremment l'un et l'autre milieu.

III. — Recherches biologiques

A. — Les Harpacticides souterrains pondent un faible nombre d'œufs (4 à 8); ces œufs ont une taille élevée (50 μ). Les espèces épigées, au contraire, sont caractérisées par un plus grand nombre d'œufs (10 à 30) dont la taille est faible (40 μ).

B. — Le rythme des pontes des formes souterraines est beaucoup plus faible (1 ponte toutes les 2 ou 3 semaines) que celui des espèces épigées (1 ponte par semaine).

Dans les élevages, aucun rythme saisonnier de la reproduction n'a pu être décelé, ce qui diffère de ce que nous savons de la plupart des espèces épigées.

C. — Les Harpacticides souterrains étudiés naissent au stade *nauplius* et passent par une série de stades en tous points comparables aux formes épipées.

Toutefois, la durée du développement post-embryonnaire est élevée (12 à 20 semaines) alors que cette durée n'excède pas 4 semaines chez les formes épipées.

D. — Il en est de même pour la longévité. De l'ordre de quelques mois pour les espèces épipées, la longévité dépasse l'année pour les espèces étudiées; certaines peuvent vivre 3 ans.

E. — L'étude chronologique comparée de la première ovogenèse a montré que celle-ci est beaucoup plus lente chez les espèces hypogées; cela tient à l'allongement des phases de prévitellogenèse et de vitellogenèse.

Les Harpacticides souterrains nous apparaissent donc, comme des formes à développement lent, à taux de reproduction faible, et dont la longévité est très élevée.

Albert SASSON. — **Recherches écophysiologiques, sur la flore bactérienne de sols de régions arides du Maroc.** Thèse de Doctorat d'Etat présentée à la Faculté des Sciences de Paris le 26 juin 1967; 231 p., 67 fig., 47 tab. et 13 pl. hors-texte.

Le travail de A. Sasson vient combler un vide important en microbiologie des sols; il nous apporte en effet une contribution de valeur à la connaissance de la flore bactérienne des terres arides du Maroc.

Dans son introduction, l'Auteur nous communique les motivations qui l'ont poussé à s'engager dans cette voie de recherche jusqu'ici trop délaissée.

Puis, dans un premier chapitre, il définit le milieu aride en précisant la durée de la pause végétative à laquelle sont soumises les plantes des régions marocaines.

Le second chapitre représente essentiellement une analyse exhaustive de la bibliographie permettant à l'auteur de faire état des données anciennes et récentes publiées sur le sujet: distribution géographique et pédologie des microbiocénoses, composition de ces microbiocénoses, relations avec les végétaux supérieurs, effets géochimiques des microbes, écophysiologie, sélection et adaptation des microorganismes.

Cet effort de compilation mérite d'être souligné car il permet au lecteur de prendre contact avec les problèmes que l'auteur se propose de résoudre dans les chapitres suivants. Grâce à cette importante revue bibliographique, l'Auteur hisse son travail de spécialiste au niveau d'un ouvrage d'intérêt général qui doit trouver sa place dans les rayons d'une bibliothèque de laboratoire où l'on traite des problèmes d'Ecologie générale.

Dans le troisième chapitre, A. Sasson nous fait part des nombreuses techniques d'analyses qu'il a utilisées; aux techniques bien connues des microbiologistes, s'ajoutent celles moins usitées de la chromatographie, de la spectrographie en infrarouge et ultraviolet, etc.

Afin de circonscrire son sujet de recherche, l'Auteur nous propose dans le quatrième chapitre les résultats de tests préliminaires. Il en ressort principalement que les sols arides du Maroc contiennent peu de Bactéries fixatrices d'azote et cellulolytiques qui, les unes avec les autres se rencontrent surtout sous le couvert végétal et dans le système racinaire. Ces premières études ont conduit l'Auteur à s'intéresser plus particulièrement à la région de l'Oued N'Fis, dans le Haouz, aux environs immédiats de Marrakech.

La zone de travail choisie, l'Auteur en définit le climat dans le chapitre V: quotient pluviothermique, échauffement des horizons édaphiques de surface, lessivage des cations, etc...

Cette étude quantitative est suivie de relevés floristiques permettant de noter les plantes caractéristiques des régions arides.

Le sixième chapitre relate un ensemble de recherches portant sur l'activité de la microflore totale, sur la cellulolyse, la protéolyse, l'ammonification et la nitrification, ainsi que sur la fixation non symbiotique de l'azote atmosphérique.

Les Bactéries du genre *Azotobacter* sont peu abondantes dans les sols arides étudiés par A. Sasson. Il ne faut pas rechercher la cause de cette raréfaction dans les températures élevées ou un dessèchement prolongé des horizons édaphiques, mais plutôt dans l'absence de substrats énergétiques comme le glucose par exemple. Le manque de substances organiques assimilables est bien le facteur primordial qui limite la prolifération de l'*Azotobacter*.

En outre, l'Auteur a pu mettre en évidence que le pouvoir d'assimilation de cette Bactérie variait avec les saisons; il est important au printemps et faible en été. Cette dernière observation est expliquée comme un phénomène de dormance estivale.

Mais il faut se reporter au texte de A. Sasson pour apprécier pleinement l'étude des activités fonctionnelles de la microflore et leurs variations saisonnières dans les stations étudiées; de nombreux tableaux et figures illustrent la dynamique de la flore bactérienne des sols arides.

Dans le septième chapitre, l'Auteur traite de l'aspect physiologique des souches d'*Azotobacter chroococcum* et d'une Bactérie thermotolérante: *Brevibacterium halotolerans*. Cette dernière étude est née de la remarque formulée à la suite des résultats précédents; en effet, tous les groupements physiologiques de Bactéries ont

été favorablement affectés par l'adjonction au sol de substrats nutritionnels adéquats.

Un certain nombre d'individus demeurent dans les sols arides malgré l'insuffisance de leurs activités; ainsi donc, par des adaptations particulières de résistance, la pérennité des espèces est sauvegardée.

Comme pour le chapitre précédent, il n'est pas possible de rapporter en peu de mots tous les essais auxquels l'Auteur s'est livré; là encore, de nombreux tableaux numériques et des diagrammes parfaitement clairs renseignent le lecteur sur le déroulement et les modalités de chaque expérience.

Le mémoire de A. SASSON sera naturellement lu avec attention par les microbiologistes et pas uniquement par ceux s'intéressant au sol.

Les écologistes qui sont tentés par la rédaction d'un ouvrage de synthèse sur l'écosystème édaphique ne manqueront pas d'y trouver un nombre impressionnant d'informations écologiques, biologiques et physiologiques.

En outre, le travail de A. SASSON répond aux désirs des grandes organisations scientifiques internationales telles que celles encouragées par l'U.N.E.S.C.O. et qui ont incorporé dans leurs programmes l'étude des zones arides. L'étude de l'activité microbienne des régions sèches développée dans ce mémoire apporte une contribution importante dans l'espoir d'améliorer un jour les conditions de vie des populations humaines vivant dans les zones désertiques et semi-désertiques.

G. VANNIER.

Nicole COINEAU. — *Les Isopodes interstitiels, documents sur leur écologie et leur biologie*. Thèse soutenue le 28 mai 1969 à Paris (DRACH, DELAMARE DEBOUTTEVILLE, BOCQUET, VANDEL).

Cette étude consacrée aux Isopodes interstitiels des genres *Microcharon* et *Angeliella*, met en évidence certains caractères remarquables de la biologie de ces animaux.

Au cours de la première partie de ce travail, sont évoqués les facteurs écologiques qui régissent la vie de *Microcharon* et *Angeliella* et limitent leur répartition. A la suite des travaux de DELAMARE DEBOUTTEVILLE (1960) et RENAUD DEBYSER (1963), le milieu interstitiel des plages marines est bien connu. Des données et des observations personnelles confirment l'instabilité qui règne au sein de ces plages littorales; elles sont le siège de l'affrontement entre les apports d'eau de mer et d'eau phréatique continentale. La zone de mélange se déplace selon l'importance de chacun de ces facteurs, et engendre une grande instabilité en ce

qui concerne la température et la salinité surtout. Les conditions de gisement les plus favorables à l'établissement de populations de *Microcharon* et d'*Angeliella* sont les sables siliceux grossiers, à maximum granulométrique situé entre 1,25 et 1,60 mm, dépourvus d'éléments fins, bien irrigués par un flux souterrain suffisant et non tassés ni remaniés par les vagues. L'évolution de la température au cours de l'année se traduit par des variations d'une amplitude d'environ 11 à 14 °C supportées par les Isopodes interstitiels. D'importants écarts de salinité de l'eau interstitielle se manifestent en fonction du débit de la nappe phréatique continentale et du déferlement des vagues. L'instabilité du milieu interstitiel littoral s'oppose à la stabilité relative des nappes phréatiques continentales, au débit constant et dont la température ne varie que dans de faibles proportions (amplitude maximale de 1 à 2 °C à une distance de 150 m environ du lit du Tech, à 8 m de profondeur).

Dans la seconde partie du travail, est envisagé le comportement des Isopodes interstitiels et leur biologie (développement, sexualité, etc.).

Microcharon marinus et *Angeliella phreaticola*, formes littorales, présentent un cycle de reproduction annuel et saisonnier; chaque génération se reproduit l'année suivant sa naissance, entre avril et octobre, et une grande partie des mâles et des femelles succombent après la saison de reproduction. Par contre, *Microcharon angeliella*, forme phréatique presque continentale, semble se reproduire toute l'année et manifeste une atténuation de la périodicité de son cycle de reproduction. Une telle absence de périodicité caractérise un grand nombre de formes souterraines. Les facteurs écologiques instables dans les eaux interstitielles littorales et stables dans les nappes phréatiques profondes influencent probablement le rythme de la reproduction.

Les modalités de la reproduction et du développement des Isopodes interstitiels, témoignages d'une adaptation profonde au milieu interstitiel, manifestent donc diverses tendances qui caractérisent par ailleurs la plupart des formes souterraines; ces tendances traduisent le ralentissement du métabolisme et de l'activité endocrinienne.

Il semble que la conception de l'origine méditerranéenne du genre *Microcharon* généralement admise ne puisse plus être soutenue. Si de nombreuses espèces vivent dans le bassin méditerranéen et à la périphérie, la position de plusieurs espèces en marge de l'influence méditerranéenne à l'échelle géologique n'étaye pas ce point de vue. Il conviendrait d'admettre, selon BIRSTEIN et LJOVUSCHKIN, que l'époque de dispersion du genre se situe à une période très ancienne, antérieure au Tertiaire. L'aire de répartition est limitée par une spécificité écologique d'ordre granulométrique peu stricte. La multiplicité d'aptitudes des Isopodes inter-

stuels (euryhalinité, eurythermie...) va de pair avec une large répartition, dans le domaine marin, le domaine littoral et dans les eaux souterraines continentales. La plage littorale marine apparaît comme un trait d'union entre l'habitat marin de ces Isopodes et le milieu continental; cette zone de transition et de passage peu être considérée comme la matrice d'une partie du peuplement souterrain.

(Extrait du résumé de thèse
relatif à la partie écologique.)

GUY VANNIER. — Réactions des Microarthropodes aux variations de l'état hydrique du sol. Thèse de Doctorat, Fac. des Sciences de Paris, 1969.

Les réactions des Microarthropodes aux variations de l'état hydrique du sol sont étudiées en trois étapes successives :

- Prospection sur le terrain permettant de circonscrire le sujet.
- Analyses sur modèles expérimentaux au laboratoire conduisant à l'énoncé d'un nouveau concept sur les rapports Eau - Microarthropodes.
- Retour sur le terrain pour vérifier la validité du concept et compléter les observations de la première partie.

1° Etude dans la nature au cours de trois cycles annuels.

Deux types de sols forestiers ont été choisis : une rendzine à horizons dans le parc du laboratoire de Brunoy (un cycle annuel diurne et un cycle annuel nocturne) et un podzol à hydromorphie proche de la surface en Forêt de Sénart (un cycle annuel).

Le choix des aires de prélèvements faunistiques répond dans tous les cas à des critères d'homogénéité pédologiques, floristiques, topographiques et climatiques, de façon à éliminer le maximum de variables aléatoires susceptibles de biaiser l'échantillonnage.

Ces protocoles d'échantillonnage sont conçus de manière à récolter à chaque visite de la station une fraction représentative des populations animales en place. La périodicité de l'échantillonnage et le nombre de répétitions tiennent compte du respect de la nature du sol et de l'équilibre naturel des zoocénoses.

A proximité de l'aire de prélèvement est installé un poste météorologique qui recueille les principaux paramètres du climat. Ceux-ci sont exploités au laboratoire par la méthode du planimétrage.

Chaque mois, les échantillons de terre correspondant à des horizons édaphiques précis sont rapportés au

laboratoire. Les uns servent à la mesure de l'humidité (étuve à 105 °C); les autres sont placés sur des extracteurs de microfaune construits spécialement pour ce type d'étude quantitative. Les Microarthropodes ainsi extraits sont triés sous la loupe binoculaire (Acariens : Mesostigmates et Oribates; Collembolles : Neelides, Sminthurides, Dicyrtomides, Poduromorphes, Isotomides et Entomobryens), puis dénombrés à l'unité près et enfin déterminés par espèces au microscope.

Ce n'est qu'après avoir réuni et dépouillé l'ensemble des données brutes biotiques et abiotiques que commence la véritable analyse proposée.

Pour tous les groupes considérés comme unité systématique, pour toutes les espèces suffisamment représentées en nombre, on effectue un test statistique permettant d'établir s'il existe une relation entre les variations de l'état hydrique du sol et les fluctuations des fréquences d'occurrence animale.

Les résultats de ces nombreux tests de régression linéaire et de corrélation ont montré que les animaux (groupes et espèces) ne sont pas affectés par les variations du taux d'humidité, quel que soit l'horizon édaphique considéré. Lorsqu'il peut être mis en évidence une corrélation significative, celle-ci est négative; ce qui permet de dire : plus l'humidité du sol est importante, moins il y a d'animaux.

Lorsque l'on considère l'amplitude de variation des courbes annuelles du taux d'humidité et que l'on se réfère aux pourcentages d'humidité correspondant aux valeurs caractéristiques des forces de liaison entre l'eau et la matière solide, on vérifie que le déficit hydrique (au sens HALLAIRE, 1960) n'existe que pendant trois mois du cycle dans chaque station; encore n'est-il pas important puisqu'il se situe constamment dans les limites de l'eau disponible pour les plantes. Pendant les autres mois, la réserve hydrique est excédentaire, ce qui explique le sens des corrélations négatives.

L'ensemble des résultats incline à penser que les Microarthropodes sont plus sensibilisés par un excès d'humidité que par un déficit. En adoptant le même raisonnement que les pédologues ou les botanistes, il semble que le sol des stations étudiées n'atteint pas non plus les limites de disponibilité en eau pour les Microarthropodes. Cette hypothèse ne pourra être testée que sur modèles expérimentaux.

Les tests de corrélation précédents ont été appliqués au problème des rapports entre la température et la fréquence des individus rencontrés dans chaque horizon édaphique. Tous ces tests ont montré que le développement des Microarthropodes était conditionné par l'accroissement du facteur thermique.

2° Le concept de disponibilité en eau.

L'étude dynamique du comportement des Microarthropodes vis-à-vis de l'eau du sol est entreprise à l'aide de modèles expérimentaux conçus au laboratoire. Le principe de ces dispositifs consiste dans le séchage contrôlé (balance enregistreuse) de plaques de sol à l'intérieur d'une enceinte climatisée et dans la récolte périodique des animaux (collecteur de fraction).

On confronte ensuite deux types d'analyse :

a) *Analyse thermodynamique du biotope* : les lois thermodynamiques de l'évaporation permettent d'élaborer pour chaque échantillon de sol sa courbe de séchage qui est informatrice du transfert des principales catégories hydriques par rapport aux niveaux d'énergie de liaison eau - matière solide;

b) *Analyse stochastique du processus de fuite des Microarthropodes* : La fuite des animaux est contrôlée toutes les deux heures. La probabilité pour qu'un individu quitte son milieu est constante pendant une première période de séchage (agitation naturelle), puis cette probabilité croît subitement jusqu'au terme final de la fuite (fuite effective). Le point de réponse intervient donc à la limite de ces deux périodes.

La méthode s'applique à n'importe quel type de milieu. Elle permet de comparer entre eux des biotopes d'hygroscopicité variée et de tester les réactions de tous les groupes de Microarthropodes, pourvu qu'ils soient en nombre suffisant.

La réalisation des expériences s'effectue selon deux modalités : en convection naturelle et en convection forcée et à six niveaux de température : 45 °C, 30 °C, 15 °C, 5 °C, 0 °C, 5 °C.

Les résultats des analyses physiques et biologiques montrent que les Microarthropodes (groupes et espèces) quittent leur milieu à partir d'un seuil critique de teneur en eau toujours inférieur à celui correspondant au point de flétrissement permanent, quelle que soit la température entre 10 et 30 °C et quelle que soit la vitesse d'évaporation.

Au-delà de 30 °C, la température exerce un rôle prédominant dans la fuite des animaux.

En dessous de 10 °C, la température retarde le départ des animaux, indépendamment de l'abaissement progressif du taux d'humidité du milieu.

La reproductibilité des résultats, leur constance, ainsi que les observations de certaines contre-expériences contribuent à énoncer le concept de disponibilité en eau :

Ils affectent les animaux par le dessèchement de leur substrat qu'à partir d'un seuil critique de son taux

d'humidité, constant pour chaque groupe d'espèces (1). Ce seuil critique témoigne de la force de rétention que la matière sèche exerce sur l'eau et que les animaux ne peuvent plus vaincre.

L'application du concept de disponibilité en eau à des Collemboles cavernicoles montre que le point de réponse de ces animaux se situe entre pF 4,2 et pF 5, c'est-à-dire à un degré de siccité inconnu dans les grottes.

À la suite de ces expériences, l'auteur propose une discussion sur les moyens d'information qui renseignent les animaux sur l'état hydrique du sol.

3° Vérification « in situ » du concept énoncé.

Le retour sur le terrain s'impose par le fait que les expériences précédentes ne peuvent tenir suffisamment compte de tous les événements de l'environnement naturel.

Le problème à résoudre est de réaliser sur le terrain (rendzine) un déficit hydrique plus important que celui observé dans les cycles annuels, sans perturber notablement le milieu. Grâce à une installation de soufflerie, on fait circuler en permanence de l'air ambiant sur une parcelle de terrain donnée et, après 16 semaines, le taux d'humidité des horizons de surface atteint des valeurs correspondant au pF 5.

L'étude de la distribution verticale des Microarthropodes (en particulier Oribates et Isotomides) dans la parcelle desséchée montre que le transfert de l'effectif des animaux vers les horizons profonds se réalise irréversiblement dès l'atteinte du point de flétrissement permanent pour les Isotomides, et du pF 5 pour les Oribates. Ces résultats corroborent ceux du laboratoire et vérifient l'hypothèse émise à partir des observations au cours des cycles annuels.

En conclusion, on peut avancer que la quantité d'eau totale dans le sol, généralement exprimée par un pourcentage, ne constitue pas un facteur écologique important qui puisse influencer sur le comportement des Microarthropodes.

Seule, la quantité d'eau disponible possède une valeur écologique réelle. L'expression de ce facteur hydrique en termes de force de rétention ou pF est la plus informative pour analyser les réactions des Microarthropodes du sol.

L'auteur termine en intégrant ses résultats au problème de la genèse des populations animales du sol.

(1) *Isotomides* : pF 4,2 = 24 % H₂O pour une rendzine. *Oribates* : pF = 16 % H₂O pour une rendzine.

**Recherches sur les rapports des eaux
souterraines avec les eaux de surface
(étangs, marais, rizières),
les sols halomorphes
et la végétation en Camargue***

P. HEURTEAUX.

La présence à faible profondeur d'eaux souterraines salées pose des problèmes de tous ordres en Camargue. La nappe aquifère salée intervient dans le régime hydrologique et dans le bilan du sel des eaux superficielles, dans la migration des sels dans les terrains et dans la genèse des sols salins. De même, elle conditionne étroitement la répartition et la nature de la végétation spontanée et des cultures.

L'étude de ces problèmes a été effectuée en Moyenne Camargue, essentiellement sur le domaine de la Tour du Valat, et en Basse Camargue dans les systèmes duaires.

**I. DYNAMIQUE ET GEOCHIMIE
DES EAUX SOUTERRAINES ET SUPERFICIELLES
DE CAMARGUE**

**A. TECHNIQUES EMPLOYÉES POUR L'ÉTUDE DES EAUX
SOUTERRAINES.**

L'étude des eaux souterraines camarguaises a été réalisée à l'aide d'un ensemble de tubes piézométriques groupés le plus souvent en stations de trois permettant de prospecter la nappe aquifère à 1 m, 2 m et 3 m sous le niveau du sol. La distribution dans l'espace de ces stations permet de suivre l'influence des facteurs climatiques sur les eaux souterraines, les interactions que celles-ci peuvent avoir avec les marais et les rizières, et le rôle que joue la nappe salée dans l'halomorphie des sols.

L'analyse des phénomènes est basée, en ce qui concerne les eaux souterraines, sur l'étude des variations

dans l'espace et dans le temps du niveau piézométrique et de la teneur en sels dissous.

Les mouvements du plan d'eau souterrain sont contrôlés par de fréquentes mesures de niveaux dans les piézomètres à l'aide d'une sonde limnimétrique et par des enregistrements graphiques.

Des échantillons d'eau périodiquement prélevés par pompage dans les phénomènes sont soumis à l'analyse chimique. Le plus souvent, on se borne à la recherche quantitative du chlore des chlorures qui représente quelque 50 % des corps chimiques dissous.

**B. INFLUENCE DES FACTEURS CLIMATIQUES SUR LES EAUX
SOUTERRAINES.**

1. Influence des pluies et de l'évaporation.

Les mouvements et la composition chimique des eaux souterraines sont sous la dépendance étroite des facteurs climatiques et des plans d'eau superficiels. Quand l'influence des marais et des rizières peut être négligée, l'allure des oscillations saisonnières et l'amplitude entre les cotes maximale et minimale de la nappe aquifère dépendent essentiellement de l'apport par les précipitations et des pertes par évapotranspiration.

D'une manière générale, le plan d'eau souterrain commence à baisser au début du printemps, quand le volume repris par l'évapotranspiration devient nettement plus important que l'apport par les pluies. La tendance à la baisse (1 cm par jour en moyenne) se poursuit jusqu'aux premières grosses pluies d'automne. Elle est parfois momentanément stoppée ou inversée par de fortes averses. La cote minimale à laquelle la nappe peut descendre dépend beaucoup de l'importance des pluies estivales. Sous les terrains à salicornes de Moyenne Camargue, cette cote varie entre 1,50 et 2 m sous le niveau du sol. Les plus hauts niveaux sont atteints en hiver; la cote maximale à laquelle la surface piézométrique peut arriver dépend du caractère plus ou moins pluvieux de l'automne et de l'hiver; lorsque ces saisons sont très pluvieuses, la surface piézométrique de la nappe en crue atteint une cote voisine de celle du sol des terrains bas; lorsqu'au contraire elles sont sèches, la cote maximale peut rester très en-dessous de celle du sol.

* Cette publication est le résumé d'une thèse de Doctorat ès Sciences Naturelles soutenue par l'auteur le 29 mars 1969 devant la commission d'examen de la Faculté des Sciences de Montpellier et enregistrée au centre de documentation du C.N.R.S. sous le numéro AO 2895.

2. Influence du vent.

Les vents, fréquents et souvent violents en Camargue, ont une influence sur les mouvements de la nappe aquifère. Leur action est antagoniste suivant qu'il s'agit du mistral soufflant du NW ou des vents marins, elle se manifeste de deux manières : en toutes saisons par l'intermédiaire de l'évapotranspiration, et au moment des crues de la nappe par l'intermédiaire du niveau marin.

Le mistral, vent sec, accroît l'importance de l'évapotranspiration, favorisant ainsi la baisse de la nappe aquifère en même temps que la remontée des solutions salines à la surface du sol. Au contraire, les vents du Sud chargés d'humidité entraînent une diminution de l'évaporation et freinent ainsi la baisse de la nappe.

Les vents agissent sur le niveau moyen de la Méditerranée près des côtes de la Camargue. Le mistral l'abaisse alors que les vents marins l'élèvent. La dénivellation de quelques décimètres est suffisante pour modifier la charge de la nappe par rapport à celle de la mer. En hiver, lorsque la nappe est en crue et que le mistral souffle, la différence de charge augmente au profit de la nappe et est compensée par une baisse du niveau piézométrique et une vidange des eaux souterraines dans la mer. Ce phénomène est d'autant plus net que la cote de la nappe est plus haute. Inversement, par fort vent du Sud, l'écoulement général des eaux souterraines vers la mer est contrarié.

3. Influence conjuguée des facteurs climatiques et de la nature des sédiments sur les variations du niveau et de la salinité des eaux souterraines.

L'action des facteurs climatiques sur les mouvements et la salure des eaux souterraines varie beaucoup en fonction de la texture des terrains. Deux cas extrêmes sont représentés, l'un par les dunes intérieures fossiles (Rièges) ou littorales actuelles (Beauduc), l'autre par les terrains bas limoneux de Moyenne Camargue.

Dans les *sables dunaires*, l'aquifère est homogène, la perméabilité est bonne et la capacité au champ est faible. La plus grande partie des pluies percole jusqu'à la nappe et forme une lentille d'eau douce qui flotte sur la nappe salée et est peu à peu reprise par évapotranspiration pendant la saison sèche. Au printemps, les réserves d'eau douce sont encore importantes et permettent l'installation de plantes non halophiles.

Dans les *terrains bas de Moyenne Camargue*, le jeu antagoniste des pluies et de l'évaporation ne provoque pas de variations de salure aussi spectaculaires des eaux souterraines. Ces variations sont faibles et sans corréla-

tion nette avec les agents atmosphériques, donc avec le niveau piézométrique.

Les alluvions fluviales formant les terrains bas ne sont pas homogènes : limoneuses et limono-sableuses jusqu'à 1,5 à 2 m de profondeur, elles passent ensuite à des sables fins. Dans ces sables circule une nappe aquifère le plus souvent sans contact direct avec la zone d'aération, et en un point donné, sa salure subit peu de variations en fonction des niveaux. Les limons et les limons sableux superficiels sont imprégnés par des eaux qui, bien qu'en contact permanent avec la zone d'aération, ne subissent pas non plus de variations de salure en corrélation étroite avec les variations du niveau piézométrique. Cette anomalie apparente semble pouvoir s'expliquer de la manière suivante : dans les sédiments fins et surtout les mélanges sables-limons souvent fortement colmatés, la perméabilité est faible, et, en un point donné pour une durée donnée, la circulation latérale des eaux souterraines est négligeable par rapport aux mouvements verticaux que commandent les agents atmosphériques (percolation, ascension capillaire, diffusion ascendante de la vapeur). Les apports et les pertes que règlent ces mouvements ne portent que sur l'eau pure, et les sels restent en place, tantôt cristallisés dans la zone d'aération, tantôt remis en solution par les percolats.

Les parties les plus hautes des formations fluviales de Moyenne Camargue, *sablo-limoneuses*, présentent à l'égard de l'eau des propriétés physiques intermédiaires entre les dunes et les terrains bas. Les pluies n'y forment pas de véritables lentilles d'eau douce, mais la perméabilité relativement bonne favorise un dessalement superficiel assez poussé du sol et de la nappe aquifère pendant la saison humide, dessalement qui favorise l'installation de pelouses comprenant de nombreuses glycyphites.

A proximité des surfaces d'eau libre, les facteurs climatiques ne régissent plus seuls les mouvements et la salure des eaux souterraines. Il existe des interactions entre celles-ci, les milieux aquatiques naturels et les rizières.

C. RAPPORT DES EAUX SOUTERRAINES AVEC LES MARAIS ET LES ÉTANGS CAMARGUAIS.

Les *étangs* et les *marais* camarguais ont des caractères généraux communs : ils sont peu profonds, ont tendance à l'assèchement en période estivale, sont salés ou saumâtres et subissent depuis une vingtaine d'années d'importantes transformations liées aux activités humaines. Les marais diffèrent essentiellement des étangs

par leur profondeur encore plus faible et leur salure moins élevée; ces différences en entraînent deux autres : tendance à l'assèchement total en été, abondance d'une flore palustre émergente.

A l'heure actuelle, le *bilan de l'eau et du sel des marais* et étangs est régi par trois facteurs : les *conditions climatiques*, l'*hydrodynamique souterraine* et les *pratiques humaines* qui affectent les niveaux et la salure.

La plupart des plans d'eau superficiels ont leur niveau moyen maintenu à une cote élevée et leurs eaux fortement adoucies par l'apport massif de colatures d'irrigation des rizières. A l'opposé, l'introduction d'eau de mer provoque la sursalure des étangs incorporés aux surfaces de préparation des compagnies salinières. Les eaux de surface qui échappent à ces atteintes antagonistes sont aujourd'hui très rares.

Régis par les seules lois naturelles, les marais camarguais ont un assèchement précoce (première quinzaine de juillet). Ils restent à sec jusqu'à l'arrivée des fortes pluies d'automne. La rapidité et l'importance de la remise en eau dépendent du volume des précipitations automnales et hivernales. Les plus hauts niveaux se situent en hiver. La tendance à la baisse se manifeste au printemps, dès que l'évaporation devient plus importante que les précipitations. Lorsque les marais reçoivent de grosses quantités d'eau douce, l'assèchement estival est retardé, voire même empêché, et les niveaux d'hiver sont toujours élevés.

Tout comme les niveaux, la valeur moyenne et les fluctuations saisonnières de la salure de l'eau des marais sont sous la dépendance étroite des trois facteurs précités : importance relative des précipitations et de l'évaporation, importance des apports d'eau douce et échanges avec les eaux souterraines.

L'étude du bilan hydrologique des marais de la Tour du Valat a permis de mettre en évidence les lois qui régissent les échanges des eaux souterraines et des eaux de surface de Moyenne Camargue. Ces échanges sont commandés par des pressions réciproques exercées par les eaux libres et la nappe aquifère.

Quand, au printemps et en été, la nappe baisse, elle exerce sur le fond des marais une charge de moins en moins forte. Les pertes par infiltration augmentent et accélèrent le processus d'assèchement. Cette *alimentation de la nappe par les eaux de surface* se manifeste de plusieurs manières :

- par l'allure de la surface piézométrique qui, d'autant moins profonde que les marais sont proches, présente un profil concave vers le haut.

- par l'élimination en période d'assèchement d'une partie du stock de sels dissous, d'où il résulte que la salure de l'eau croît proportionnellement moins vite

que ne diminue le volume, et que l'eau des dernières flaques avant l'assèchement total n'atteint pas le point de saturation.

- par la salure des eaux souterraines qui est d'autant moins forte que les marais sont proches. Ce dessalement est provoqué sans nul doute par l'infiltration d'eaux de surface nettement moins salées que la nappe aquifère. Il convient toutefois de signaler à cet égard que les variations dans le temps de la salure de la nappes ne sont guère proportionnelles aux variations du niveau piézométrique provoquées par les pertes par infiltration. Cette constatation porte à croire que celles-ci agissent sur la nappe voisine des marais par l'intermédiaire des couches sableuses profondes de l'aquifère dont la mise en charge se transmet latéralement, il se crée ainsi une surpression qui repousse vers le haut les eaux souterraines sus-jacentes, ce qui entraîne une élévation des niveaux sans apporter de grands changements de salure.

Pendant la période d'assèchement total, le sol du fond du marais s'enrichit en sels par ascension capillaire. Au moment des remises en eau naturelles ou artificielles, les sels ainsi stockés sont mis en solution et les marais acquièrent d'emblée une certaine salure.

Au début des remises en eau, la percolation est importante et provoque la remontée de la nappe aquifère qui exerce une pression croissante sur le fond des marais dont les pertes par infiltration décroissent. Lorsque les eaux souterraines alimentées par les marais et par les précipitations atteignent une cote assez élevée, les pertes par infiltration deviennent très faibles ou nulles. *L'efficacité des précipitations dans la remise en eau des marais, donc la rapidité avec laquelle ceux-ci se remplissent, dépend beaucoup de l'importance de l'infiltration, donc du niveau général des eaux souterraines.*

Au cours du remplissage des marais par les pluies, on constate que la quantité de sels dissous augmente en même temps que le volume et atteint un maximum à la fin de l'hiver. Cet apport de sel peut avoir une double origine :

- lorsque les conditions topographiques s'y prêtent, il peut provenir en partie des *eaux de ruissellement* qui lessivent les terrains salés du bassin versant des marais.

- lorsque de très fortes pluies provoquent la crue généralisée de la nappe aquifère, la charge de celle-ci est telle que l'on peut envisager une *alimentation des marais par les eaux souterraines*, qui, plus salées que les eaux de surface, assurent une augmentation importante du stock de sels dissous, si bien que la salure de l'eau des marais peut croître en même temps que le volume. Ce processus joue un rôle important dans la conservation des milieux aquatiques naturels dont il ralentit le dessalement.

D. RAPPORTS DES EAUX SOUTERRAINES AVEC LES RIZIÈRES.

Les interactions qui existent entre les eaux souterraines et les rizières mettent en jeu des mécanismes quelque peu différents de ceux qui se déroulent aux abords des marais. Cela tient aux conditions hydrologiques qui ne se présentent pas de la même manière dans les deux cas : 1° les rizières sont mises en service de mai à octobre, elles sont en eau alors que les marais ont tendance à s'assécher, pendant une période où le niveau général des eaux souterraines a tendance à baisser, 2° le fond des rizières est subhorizontal et recouvert d'une mince lame d'eau douce d'épaisseur uniforme (10 à 20 cm), 3° le plan d'eau des rizières submergées est à une cote supérieure à celle des terrains voisins.

Ces conditions sont favorables à l'infiltration qui, malgré la faible perméabilité des sols de rizières généralement aménagées en terrains limoneux, représente une part du bilan hydrologique plus importante que dans le cas des marais.

L'infiltration sous les rizières a été mesurée expérimentalement. Dans le cas des clos les moins perméables, lorsque le passif du bilan de l'eau est limité aux seuls paramètres évapotranspiration et infiltration, elle représente le tiers de ce passif ; soit quelque 5 000 m³ pendant toute la période de submersion. Le volume infiltré est important au moment de la mise en eau, il imprègne la zone d'aération et provoque une crue de la nappe localisée sous les rizières elles-mêmes, puis il diminue par la suite et prend une valeur moyenne minimale comprise entre 30 et 40 m³ par hectare et par jour. Il s'agit d'une valeur moyenne car l'importance de la percolation connaît des fluctuations quotidiennes liées à la charge de l'eau dans les rizières et à la dynamique de la nappe aquifère sous-jacente.

Les pertes par infiltration sous les rizières jouent un rôle de tout premier plan dans l'exploitation agricole de la Camargue. Ce rôle est à la fois bénéfique et néfaste : bénéfique parce que les percolats assurent le dessalement du sol des rizières et permettent la mise en culture de terrains bas très salés ; néfaste parce qu'ils provoquent hors des surfaces irriguées elles-mêmes la remontée générale du plan d'eau souterrain, sans amener d'abaissement appréciable de la salinité, tout au moins dans la partie supérieure de l'aquifère ; l'ascension des solutions du sol et la concentration des sels en surface s'en trouvent accrus, ce qui entraîne

bien souvent la stérilisation des terres cultivées en sec ou voisinage des rizières.

Sous les rizières, l'apport permanent de percolats pendant une période où la surface piézométrique a tendance à baisser assure un lessivage profond ; il se forme sous les surfaces submergées une lentille d'eau douce qui atteint les sables profonds.

Sous les terrains contigus aux rizières, les eaux souterraines sont gonflées par infiltration latérale. Celle-ci fait sentir son effet à plusieurs centaines de mètres des clos irrigués. Le niveau piézométrique est d'autant plus près de la surface du sol que les rizières sont plus proches et le profil de la nappe aquifère est nettement concave vers le haut.

L'infiltration latérale se manifeste de deux manières. Jusqu'à une cinquantaine de mètres du bord des clos, les pertes des rizières elles-mêmes et des fossés de drainage qui les ceinturent assurent l'adoucissement des eaux souterraines dans les limons superficiels et un lessivage relatif des terrains. L'action des eaux d'infiltration s'atténue avec l'éloignement des plans d'eau superficiels, et au-delà d'une cinquantaine de mètres, l'élévation du niveau piézométrique n'est pas accompagnée de dessalement de la nappe. Il semble que dans le cas des rizières, la circulation latérale des percolats se fasse dans les sables profonds à un niveau que n'atteignent pas les piézomètres, qu'à ce niveau il se produise une surpression qui, s'exerçant sur les eaux souterraines sus-jacentes, provoque l'élévation du niveau piézométrique sans modifier la salure de la nappe.

Tant que les clos sont cultivés en riz, les lentilles d'eau douce que les percolats engendrent sous les rizières se maintiennent d'une année à l'autre bien que l'irrigation soit interrompue pendant 6 mois. Cela tient à l'importance des réserves que représentent ces lentilles, à l'évaporation modeste pendant les mois d'hiver, et aux apports compensateurs par les précipitations. Lorsque les clos les plus bas, voisins de terrains salés, dans le cadre de l'assolement des cultures, cessent d'être rizières et sont cultivés en sec pendant plusieurs années consécutives, leurs réserves d'eau douce insuffisamment réapprovisionnées s'amenuisent d'année en année, et s'épuisent au bout de 3 ou 4 ans. Leur sol est alors trop riche en sels pour les cultures sèches, même les plus résistantes, et il nécessaire de les reconverter en rizières.

Les modalités de l'infiltration sous les rizières et les marais ne se présentent pas de la même manière. Cela tient essentiellement à la dynamique des eaux souterraines. Sous les rizières, l'infiltration est importante car elle se produit alors que la tendance générale de la

nappe est à la descente. Pour la même raison, elle joue un rôle important dans le bilan hydrologique des marais en cours d'assèchement. Par contre, lorsque les marais sont pleins et la charge d'eau libre maximale, la nappe en cours de remontée ou ayant atteint ses plus hauts niveaux oppose une résistance à l'infiltration qui devient faible ou nulle. De même, au cours de la *submersion automnale des vignes* pratiquée pendant 40 jours pour lutter contre le *Phylloxera* et accessoirement pour dessaler les terres, la nappe exerce une pression sur le fond des clos et s'oppose à la pénétration en profondeur des percolats qui n'assurent qu'un lessivage superficiel avant d'être collectés par les canaux de drainage.

E. COMPOSITION CHIMIQUE DES EAUX SOUTERRAINES ET SUPERFICIELLES DE CAMARGUE.

Dans la plupart des cas, on constate que, quelle que soit l'importance de la minéralisation des échantillons étudiés, les ions les mieux représentés sont les chlorures, et à titre moindre, les sulfates pour les anions, le sodium puis les alcalino-terreux pour les cations. Toutefois, la composition ionique de la nappe d'eau douce ou oligohaline des bourrelets alluviaux des anciens cours du Rhône ne se présente pas ainsi, l'alcalinité bicarbonique est relativement très forte, les sulfates sont plus abondants que les chlorures, et les alcalino-terreux plus que le sodium. Cette composition ionique est très comparable à celle de l'eau du Rhône, ce qui appuie l'hypothèse du cheminement souterrain, à l'emplacement des anciens cours du Rhône, de courants provenant du fleuve ou plus vraisemblablement des canaux d'irrigation creusés sur l'emplacement de ses anciens chenaux. Ces veines d'eau douce peuvent avoir un débit suffisant pour être captées par des puits et alimenter certaines propriétés en eau potable.

II. RAPPORTS DES EAUX SOUTERRAINES AVEC LES SOLS HALOMORPHES ET LA VÉGÉTATION EN CAMARGUE

La répartition de la végétation des terrains naturels de Camargue est régie par l'interaction d'un ensemble de facteurs écologiques dont les plus apparents sont la salure des sols et la topographie, mais auxquels il faut ajouter la minéralisation et la profondeur des

eaux souterraines, les conditions climatiques, la texture, la structure et la teneur en eau des sols.

Les terres les plus hautes sont les moins salées, elles sont occupées par les pelouses du *thero-brachypodium*, qui à côté de quelques halophytes, comprennent de nombreuses glycophytes. Les terrains bas (moins de 0,50 m NGF) sont le domaine des groupements à salicornes, dont les mieux représentés sont le groupement à *Arthrocnemum glaucum* et *Sphenopus divaricatus* (*Arthrocnemum glauci*), le groupement à *Salicornia fruticosa* (*Salicornietum fruticosae*) et le groupement à *A. glaucum* et *S. fruticosa*.

De nombreuses analyses de sols ont été faites sous les différentes associations végétales. Elles concernent les quinze premiers centimètres des terrains : tranche de sol qu'exploite l'essentiel des racines superficielles des halophytes. Il est toutefois remarquable que le système racinaire des halophytes pérennes, comme les salicornes, ne se borne pas à ce réseau superficiel et qu'un chevelu de racines s'enfonce en profondeur, permettant aux plantes d'utiliser les eaux souterraines et de résister à la sécheresse estivale.

Les sols sous pelouses ont une texture sablo-limoneuse. Lorsque la matière organique est en quantité suffisante, la structure est grenue. La percolation des pluies y est relativement aisée, le lessivage superficiel est bien assuré au moment de la germination des annuelles, et la concentration de la solution du sol reste inférieure à la limite fixée pour les sols salins (conductivité inférieure à 4 mohms/cm), d'où la prolifération des espèces qui assurent une couverture végétale complète. La topographie aidant, pendant l'été la nappe aquifère est relativement basse sous le niveau du sol, ce qui conjointement à l'effet de mulching de la couverture végétale est défavorable à l'ascension des solutions salines, si bien que la teneur en chlore des chlorures des sols sous pelouses reste la plupart du temps peu élevée en valeur absolue; la chlorinité ne dépasse pas 3 g par kg de terre sèche, la chlorosité des extraits à saturation 5 g/l et la conductivité électrique 15 mohms, même lorsque la salure des eaux souterraines est forte (la chlorosité de la nappe peut atteindre jusqu'à 30 g/l de Cl). En été, les pelouses souffrent plus du manque d'eau que des méfaits du sel, c'est alors une milieu fortement xérique.

Les sols des terrains bas sont des sols salins du type *Solontchak*, leur pH est compris entre 7,0 et 8,5. Les sols à alcalis sont rares. Le maintien en permanence à faible profondeur des eaux souterraines entraîne des manifestations d'hydromorphie. L'intensité des remontées salines superficielles dépend surtout de la topographie, de la profondeur et de la salure des eaux

souterraines. C'est cette intensité, et accessoirement les conditions hydriques du sol, qui influent le plus directement sur la répartition des groupements végétaux.

Le groupement à *Salicornia fruticosa* occupe les sols les moins salés et les plus humides; on le rencontre essentiellement autour des marais, sur les terrains bas immergés une partie de l'année. La texture de ces terrains est franchement limoneuse et la structure massive.

La gamme des salinités compatibles avec le groupement à *S. fruticosa* est assez large. Les extraits de pâtes saturées ont une conductivité électrique comprise entre 10 et 35 mohms/cm (à 20 °C) l'hiver, et 20 à 50 mohms l'été. La teneur en g de Cl par litre d'extrait est comprise entre 3 et 15 l'hiver, 10 et 25 l'été. Pour les mêmes saisons, les teneurs en chlore des chlorures par kilogramme de terre sèche passent de 1-10‰ à 5-15‰. La concentration saline de la solution des sols sous *S. fruticosa* reste élevée en toute saison dans l'horizon superficiel, mais elle augmente considérablement en été, la chlorosité de cette solution peut ainsi passer de 30 g/l au moment de la germination des annuelles à 80 g/l au moment de la floraison de *S. fruticosa*. Le lessivage hivernal est encore relativement bon, mais il est moins poussé que sous les pelouses.

Sous le *Salicornietum fruticosae*, les eaux souterraines ont une salure relativement modeste (chlorosité comprise entre 5 et 45 g/l) comparable à ce qu'elle est sous les pelouses, mais le niveau piézométrique y est nettement plus proche du sol, ce qui favorise l'ascension capillaire des solutions salines.

Le groupement à *Arthrocnemum glaucum* et *Sphenopus divaricatus* occupe des terrains trop secs ou trop salés pour qu'y prospère le *Salicornietum fruticosae*. Les terrains secs sont représentés par les « plateaux » dont la cote dépasse + 0,40 m NGF, où les remontées salines superficielles ne sont pas obligatoirement très importantes. Ceci explique l'étendue de la gamme des salinités compatibles avec l'*Arthrocnemum glaucum* et l'empiètement très large sur celle du *Salicornietum fruticosae*. Les extraits de pâtes saturées ont une conductivité électrique qui varie de 20 à 60 mohms/cm (à 20 °C) en hiver et de 30 à 85 mohms/cm en été. Leur chlorosité est de 10 à 30 g/l en hiver, et de 15 à 45 g/l en été. La teneur en chlore des chlorures de la terre sèche varie pour les mêmes saisons de 6-19‰ à 7-23‰. La concentration saline de la solution de sol en surface reste élevée toute l'année, la chlorosité peut ainsi passer de 50 g/l au printemps à plus de 100 g/l en été. Le lessivage hivernal est nettement moins bon que sous *S. fruticosa*.

La forte concentration saline limiterait beaucoup le nombre d'annuelles de l'association s'il n'existait au sein des *Arthrocnemum glaucum* de petits microréliefs, connus sous le nom de *touradons*, qui constituent un milieu localement moins salé et où la plupart des annuelles accomplissent leur cycle. Ce sont des formations éoliennes dues au piégeage de sédiments par des touffes rases d'*A. glaucum*; leur texture est nettement plus sableuse que celle du substratum.

Les eaux souterraines sous l'*Arthrocnemum glaucum* sont généralement moins superficielles et plus salées que sous le groupement à *S. fruticosa*, leur chlorosité varie de 35 à 60 g/l.

Lorsque les conditions écologiques qui régissent l'*Arthrocnemum glaucum* et le *Salicornietum fruticosae* s'interpénètrent, apparaît un groupement intermédiaire: le groupement à *A. glaucum* et *S. fruticosa*.

Quand la teneur en sels s'élève dans la tranche superficielle du sol, la survie des végétaux devient de plus en plus précaire. Pour une teneur en chlore des chlorures supérieure à 20 g par kg de terre sèche (chlorosité des extraits à saturation voisine de 45 g/l - conductivité électrique voisine de 80 mohms/cm à 20 °C) l'*Arthrocnemum glaucum* cesse d'être individualisé. Seules quelques touffes d'*A. glaucum* continuent à végéter sur un sol qui se couvre d'efflorescences salines. C'est le domaine des *sansouires sensu stricto*. Pour une teneur en chlore des chlorures supérieure à 28 g par kg de terre sèche (chlorosité des extraits à saturation voisine de 55 g/l - conductivité électrique supérieure à 90 mohms/cm à 20 °C), toute vie végétale supérieure devient impossible et le sol nu se couvre d'une croûte saline blanchâtre. C'est le domaine du salant.

Le phénomène de salant pose un problème, qu'il s'agisse des intenses remontées salines superficielles qui stérilisent de place en place les terrains naturels, ou des manifestations salines plus modestes qui affectent les cultures en sec (prairies, céréales, vignes). A la Tour du Valat, il a été possible de mettre en évidence l'augmentation localisée de la salure des eaux souterraines sous les taches de salant, et la répartition des zones les plus salées le long de stries concentriques matérialisant l'évolution d'un méandre du Rhône d'Ulm (ancien chenal attéris) et témoignant de l'hétérogénéité de détail des sédiments déposés par le fleuve. On en conclut que les taches de salant apparaissent à la faveur de veines permettant aux eaux sursalées des couches profondes d'origine lagunaire et marine, enfoncées sous les sédiments fluviaux superficiels, d'affleurer au toit de l'aquifère.

Il est à noter que l'hétérogénéité de détail des sédiments fluviaux peut conduire à des manifestations tout

à fait opposées à celle du phénomène de salant. C'est ainsi qu'au sein d'un aquifère très salé peuvent circuler par des chenaux privilégiés des veines d'eau moins salées alimentées par les plan d'eau de surface. Le dessalement localisé des eaux souterraines s'accompagne d'une diminution de la salure du sol et d'une modification locale de la végétation spontanée, il explique par exemple l'existence d'ilots de *S. fruticosa* au sein d'un *Arthrocnemum glauci*. Ce phénomène est comparable, à l'échelle près, aux cheminements de veines d'eau douce sur l'emplacement des chenaux du Rhône.

BLONDEL (J.), 1969. — *Synécologie des Passereaux résidents et migrateurs dans le Midi méditerranéen français*. Centre régional de Documentation pédagogique, 55, rue Sylvabelle, 13 - Marseille - VI^e; 240 p.

Travail découpé en trois parties. La première traite de la description des migrations dans le Bassin méditerranéen occidental et révèle que la plupart des espèces que l'on peut rencontrer dans le Midi de la France présentent des mouvements migratoires dont l'amplitude varie du simple nomadisme local aux grands voyages transcontinentaux. Quinze espèces seulement peuvent être considérées comme sédentaires, au moins à l'échelle de la région méditerranéenne, toutes les autres étant migratrices. Il est maintenant établi que la quasi-totalité des oiseaux, au moins parmi les passereaux, n'empruntent pas des routes de migration définies mais survolent le désert saharien puis la Méditerranée sur un large front, aucune région n'étant désertée par les migrateurs. L'axe de vol est orienté du SW au NE au printemps et du NE au SW à l'automne. L'invasion des côtes méditerranéennes au printemps est donc générale partout. Les effets des conditions météorologiques défavorables et plus particulièrement du mistral sont étudiés en détail de même que les mécanismes d'orientation qui permettent aux oiseaux de surmonter ces obstacles. L'origine et la destination des oiseaux qui transitent par le Midi méditerranéen français ont été déterminées par une analyse rigoureuse des reprises d'oiseaux bagués dans tous les pays d'Europe ainsi que par une méthode biométrique basée sur la variation géographique des espèces à vaste répartition.

La deuxième partie est une analyse qualitative et quantitative de la structure phénologique, trophique et stratigraphique de l'avifaune sur le cycle annuel. Le matériel de base a été obtenu par des dénombrements d'oiseaux effectués sur des plans quadrillés et sur des itinéraires-échantillons. Conformément à la nature de leurs mouvements migratoires, les oiseaux fréquentant le midi méditerranéen à un moment ou l'autre de l'année ont été classés en quatre catégories (migrateurs

au long cours, estivants nicheurs, sédentaires, hivernants). Parmi les résultats obtenus, il faut signaler 1) le contraste entre la pauvreté qualitative et quantitative de l'avifaune estivale par rapport à la richesse et la diversité de l'avifaune hivernale, 2) la spécialisation trophique de l'avifaune au printemps et en été comparée à sa diversité trophique pendant les saisons intermédiaires, 3) la grande différence d'adaptation aux conditions bioclimatiques du midi méditerranéen et d'origine biogéographique entre l'avifaune nicheuse et l'avifaune hivernale. Ces faits tendent à montrer que le milieu est plus favorable aux oiseaux en hiver qu'en été surtout lorsque les résultats sont exprimés sous forme de biomasse car le milieu entretient des oiseaux dont le poids est en moyenne plus élevé en hiver qu'en été.

La troisième partie est une tentative d'interprétation du mécanisme écologique de la coexistence ou du remplacement dans le temps de ces avifaunes qui exploitent le milieu méditerranéen à un moment ou l'autre de l'année et dont les origines biogéographiques et les adaptations sont foncièrement différentes. Cette interprétation a nécessité au préalable des études sur le climat, la période d'activité végétale et le cycle annuel d'abondance de la faune invertébrée. Les conclusions essentielles auxquelles l'auteur est arrivé sont les suivantes :

1) l'avifaune estivale est plus pauvre, qualitativement et quantitativement, que l'avifaune hivernale, non pas parce qu'il y a moins de nourriture en été qu'en hiver — les piègeages d'insectes prouvent le contraire — mais parce que sa densité est limitée en été par d'autres facteurs écologiques directement liés aux fonctions de la reproduction (sites de nid, comportement territorial).

2) l'abondance de l'avifaune hivernale provient d'un ensemble de facteurs bioclimatiques favorables permettant aux oiseaux migrateurs originaires de l'Europe moyenne et septentrionale de coloniser un milieu où ils trouvent sur un sol humide et meuble qui ne gèle jamais une nourriture suffisante pour leur éviter de prolonger leurs migrations plus au Sud. Leur niche alimentaire ne semble jamais être exploitée par d'autres catégories d'oiseaux.

3) un certain nombre d'espèces migratrices hivernent sous les tropiques nichent dans ce milieu parce qu'elles sont tributaires d'une nourriture saisonnière consécutive à la période d'activité végétale.

4) les sédentaires sont adaptés à une niche alimentaire dont les fluctuations de productivité sur le cycle annuel sont nettement moins prononcées que celles des autres niches. Leur densité est limitée par des contraintes éco-écologiques liées à la reproduction.

Les modalités d'implantation des migrateurs dans leurs quartiers d'hiver mettent en jeu, directement ou non,

tous les éléments constitutifs de la niche écologique des espèces et non pas simplement le seul facteur alimentaire. Chez les oiseaux, il est rare que ce dernier soit celui dont les limites de tolérance soient d'abord atteintes. Ceci explique pourquoi les migrateurs paléarctiques qui se répandent à peu près pour moitié dans le Bassin méditerranéen et en Afrique tropicale ont

pu, sans susciter une grande compétition, se superposer aux avifaunes indigènes, méditerranéenne et tropicale. On trouve en effet des migrateurs paléarctiques dans la plupart des milieux, de l'Europe méditerranéenne au Cap car ils représentent toujours une « couche trophique » très mince qui se superpose aisément aux autres éléments des communautés.



Prix d'abonnement : 25 F par an.

Prix au numéro : 8 F.

